



CF0 15727 US / k
09/94/780
GA42817

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 8月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-255145

出 願 人

Applicant(s):

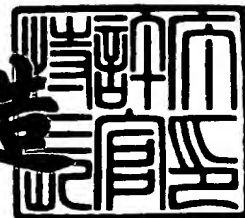
キャノン株式会社

RECEIVED
REC-3 2001
FC 2800 MAIL ROOM

2001年 9月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3085916

【書類名】 特許願

【整理番号】 4519088

【提出日】 平成13年 8月24日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01J 1/30
H01J 31/12
H01J 9/00

【発明の名称】 電子放出素子, 電子放出装置, 発光装置及び画像表示装置

【請求項の数】 39

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 内

【氏名】 塚本 健夫

【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】
【識別番号】 100085006
【弁理士】
【氏名又は名称】 世良 和信
【電話番号】 03-5643-1611

【選任した代理人】
【識別番号】 100100549
【弁理士】
【氏名又は名称】 川口 嘉之

【選任した代理人】
【識別番号】 100106622

【弁理士】

【氏名又は名称】 和久田 純一

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-265819

【出願日】 平成12年 9月 1日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 066073

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出素子，電子放出装置，発光装置及び画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の表面に配置された第 1 の電極および第 2 の電極と、
前記第 1 の電極に印加する電位よりも高い電位を前記第 2 の電極に印加するための第 1 の電圧印加手段と、

前記第 1 の電極上に配置された電子放出部材と、

前記基板に対向して配置され、前記電子放出部材から放出された電子が到達する第 3 の電極と、

前記第 3 の電極に、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極に印加される電位よりも高い電位を印加するための第 2 の電圧印加手段と、

を含む電子放出装置であって、

前記第 2 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面と、前記第 3 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面との間に、前記電子放出部材の表面が配置され、

前記第 2 の電極と前記第 1 の電極間の距離を d 、前記第 1 の電圧印加手段によって前記第 2 の電極と前記第 1 の電極間に印加される電位差を V_1 、前記第 3 の電極と前記基板との距離を H 、前記第 2 の電圧印加手段により前記第 3 の電極に印加される電位と前記第 1 の電圧印加手段により前記第 1 の電極に印加される電位との電位差を V_2 とした際に、電界 $E_1 = V_1 / d$ は、電界 $E_2 = V_2 / H$ の 1 倍から 50 倍の範囲内にある電子放出装置。

【請求項 2】 前記第 1 の電極の厚さが前記第 2 の電極の厚さより大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出装置。

【請求項 3】 前記電子放出部材が、前記第 1 の電極上から、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極間の基板上までに配置されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出装置。

【請求項 4】 前記基板が前記第 2 の電極と前記第 1 の電極との間に段差を

有し、前記第 1 の電極が前記第 2 の電極よりも前記第 3 の電極の近くに配置されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出装置。

【請求項 5】 前記電子放出部材は炭素を主成分とする材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の電子放出装置。

【請求項 6】 前記炭素を主成分とする材料は繊維状カーボンであることを特徴とする請求項 5 に記載の電子放出装置。

【請求項 7】 前記繊維状カーボンはグラファイトナノファイバー、カーボンナノチューブ、アモルファスカーボンもしくはこれらの混合物からなることを特徴とする請求項 6 に記載の電子放出装置。

【請求項 8】 前記繊維状カーボンは触媒粒子を介して成長してなることを特徴とする請求項 7 に記載の電子放出装置。

【請求項 9】 前記触媒粒子は Pd、Ni、Fe、Co 若しくはこれらの合金からなることを特徴とする請求項 8 に記載の電子放出装置。

【請求項 10】 前記第 1 の電極および前記第 2 の電極を、前記基板表面上に複数配置してなることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の電子放出装置。

【請求項 11】 前記複数の第 1 の電極および前記複数の第 2 の電極が、マトリクス状の配線に電氣的に接続されてなることを特徴とする請求項 10 に記載の電子放出装置。

【請求項 12】 前記第 3 の電極上に、前記電子放出部材から放出された電子が照射されることにより発光する発光部材を配置したことを特徴とする請求項 10 に記載の電子放出装置。

【請求項 13】 請求項 12 の電子放出装置を備え、
前記発光部材からの発光によって画像を表示する画像表示装置。

【請求項 14】 炭素を主成分とするファイバーと、
前記炭素を主成分とするファイバーからの電子の放出を制御するための電極と

を含む電子放出素子であって、
前記炭素を主成分とするファイバーは、当該ファイバーの軸方向に対して非平行

に積層された複数のグラフェンを有する電子放出素子。

【請求項 1 5】 前記複数のグラフェンは、実質的に平行であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の電子放出素子。

【請求項 1 6】 前記電子放出素子は、カソード電極を有しており、前記炭素を主成分とするファイバーが、前記カソード電極上に配置されてなると共に、前記カソード電極に電氣的に接続されてなることを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 に記載の電子放出素子。

【請求項 1 7】 前記カソード電極と、前記電子の放出を制御するための電極とが、同一基板の表面に、間隔を置いて配置されてなることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 1 8】 前記電子放出素子は、前記炭素を主成分とするファイバーを複数有することを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 7 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 1 9】 請求項 1 4 乃至 1 8 のいずれかに記載の電子放出素子と、前記電子放出素子から放出される電子によって発光する発光部材とを有する発光装置。

【請求項 2 0】 複数の電子放出素子と該複数の電子放出素子から放出された電子が照射されることにより発光する発光部材とを有する画像表示装置であって、前記電子放出素子が請求項 1 4 乃至 1 8 のいずれかに記載の電子放出素子を用いたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2 1】 基板の表面に配置された第 1 の電極および第 2 の電極と、前記第 1 の電極に印加する電位よりも高い電位を前記第 2 の電極に印加するための第 1 の電圧印加手段と、

前記第 1 の電極上に配置されたカーボンを主成分とする複数のファイバーと、前記基板に対向して配置され、前記電子放出部材から放出された電子が到達する第 3 の電極と、

前記第 3 の電極に、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極に印加される電位よりも高い電位を印加するための第 2 の電圧印加手段と、

を含む電子放出装置であって、

前記第 2 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面と、前記第 3 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面との間に、前記電子放出部材の表面が配置される電子放出装置。

【請求項 2 2】 前記第 1 の電極と第 2 の電極との間隔を d 、前記第 1 の電位印加手段によって前記第 1 の電極に印加される電位と第 2 の電極に印加される電位との差を V_1 、前記第 3 の電極表面と前記基板表面との距離を H 、前記第 2 の電位印加手段によって前記第 3 の電極に印加される電位と前記第 1 の電極に印加される電位との差を V_2 とした時、電界 $E_1 = V_1 / d$ は、 $E_2 = V_2 / H$ の 1 倍以上 5 0 倍以下であることを特徴とする請求項 2 1 に記載の電子放出装置。

【請求項 2 3】 前記炭素を主成分とするファイバーが、カーボンナノチューブであることを特徴とする請求項 2 1 又は 2 2 に記載の電子放出装置。

【請求項 2 4】 前記炭素を主成分とするファイバーは、当該ファイバーの軸方向に対して非平行に積層された複数のグラフェンを有することを特徴とする請求項 2 1 乃至 2 3 のいずれかに記載の電子放出装置。

【請求項 2 5】 前記炭素を主成分とするファイバーと前記カソード電極との間に、前記第 1 の電極の材料よりも炭素の堆積を促進する材料が配置されてなることを特徴とする請求項 2 1 に記載の電子放出装置。

【請求項 2 6】 前記炭素の堆積を促進する材料は、 Pd 、 Ni 、 Fe 、 Co 若しくはこれらの合金からなる材料であることを特徴とする請求項 2 5 に記載の電子放出装置。

【請求項 2 7】 前記炭素の堆積を促進する材料は、前記第 1 の電極上に、複数の粒子として配置されてなることを特徴とする請求項 2 5 に記載の電子放出装置。

【請求項 2 8】 前記複数の粒子は、 10^{10} 個 / cm^2 以上の密度で前記第 1 の電極上に配置されてなることを特徴とする請求項 2 7 に記載の電子放出装置。

【請求項 2 9】 前記第 1 の電極の厚みが、前記第 2 の電極の厚みよりも大きいことを特徴とする請求項 2 1 乃至 2 8 のいずれかに記載の電子放出装置。

【請求項 3 0】 前記第 1 の電極および前記第 2 の電極が、前記基板表面に

複数配置してなることを特徴とする請求項 2 1 乃至 2 9 のいずれかに記載の電子放出装置。

【請求項 3 1】 前記複数の第 1 の電極および前記複数の第 2 の電極が、マトリクス状の配線に電氣的に接続されてなることを特徴とする請求項 3 0 に記載の電子放出装置。

【請求項 3 2】 前記第 3 の電極上に、前記電子放出部材から放出された電子が照射されることにより発光する発光部材を配置したことを特徴とする請求項 3 0 に記載の電子放出装置。

【請求項 3 3】 請求項 3 2 記載の電子放出装置を備え、
前記発光部材からの発光によって画像を表示する画像表示装置。

【請求項 3 4】 基板の表面に、間隔を置いて配置された第 1 の電極および第 2 の電極と、

前記第 1 の電極上に配置された炭素を主成分とするファイバーと、
を含む電子放出素子であって、

前記第 2 の電極は、前記炭素を主成分とするファイバーからの電子の放出を制御するための電極であり、

前記炭素を主成分とするファイバーは、グラフェンを有する電子放出素子。

【請求項 3 5】 前記ファイバーの先端と前記基板表面との間隔が、前記第 2 の電極表面と前記基板表面との間隔よりも大きいことを特徴とする請求項 3 4 に記載の電子放出素子。

【請求項 3 6】 前記グラフェンは、円筒状のグラフェンであることを特徴とする請求項 3 4 又は 3 5 に記載の電子放出素子。

【請求項 3 7】 前記電子放出素子は、前記炭素を主成分とするファイバーを複数有することを特徴とする請求項 3 4 乃至 3 6 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 3 8】 請求項 3 4 乃至 3 7 のいずれかに記載の電子放出素子と、
前記電子放出素子から放出された電子によって発光する発光部材とを有する発光装置。

【請求項 3 9】 複数の電子放出素子と該複数の電子放出素子から放出され

た電子が照射されることにより発光する発光部材とを有する画像表示装置であって、前記電子放出素子が請求項 3 4 乃至 3 7 のいずれかに記載の電子放出素子を用いたことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子放出素子、電子放出装置、発光装置及び画像表示装置に関し、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピューター等の表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

金属に対し 10^6 V/cm 以上の強電界をかけて金属表面から電子を放出させる電界放出型（FE型）電子放出素子が冷陰極電子源の一つとして注目されている。

【0003】

FE型の冷電子源が実用化されれば、薄型の自発光画像表示装置が可能となり、消費電力の低減、軽量化にも貢献する。

【0004】

縦型のFE型の構造を図13に示す。なお、図中、131は基板、132はエミッター電極、133は絶縁層、135はエミッタ、136はアノード、137はアノードに照射される電子ビームの形状をあらわしている。カソード電極132上に配置された絶縁層133とゲート電極134との積層体に開口を形成し、この開口内に円錐状のエミッター135を配置した構造（以下スピント型）である。このような構造は、例えばC. A. Spindt, 'Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones', J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) 等の開示されている。

【0005】

一方、横形FEの構造を図14に示す。なお、図中、141は基板、142はエミッター電極、143は絶縁層、145はエミッタ、146はアノード、14

7 はアノードに照射される電子ビームの形状をあらわしている。先端が先鋭化されたエミッター 1 4 5 と、エミッター先端から電子を引き出すゲート電極 1 4 4 とが基板上に平行に配置され、ゲート電極とエミッター電極とが配置された基板の上方にコレクタ（アノード電極）が構成される（USP 4 7 2 8 8 5 1、USP 4 9 0 4 8 9 5 など参照）。

【0 0 0 6】

また、繊維状カーボンを用いた電子放出素子の例としては、特開平 8 - 1 1 5 6 5 2 号に示すように、有機化合物ガスを用いて微細な触媒金属上で熱分解を行い、繊維状カーボンを、微細な間隙に堆積させた構成が開示されている。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

上記 F E 型電子源を用いた画像表示装置では、電子源から蛍光体までの距離 H とアノード電圧 V a と素子の駆動電圧 V f に応じた電子ビームスポット（以下ビーム径と呼ぶ）が得られる。前述のビーム径はサブミリメートル程度であり、画像表示装置としては十分の解像度を持っている。

【0 0 0 8】

しかしながら画像表示装置においては、近年、より高精細な解像度が要求されている。

【0 0 0 9】

さらに、表示画素数の増大に伴い、駆動時には、電子放出素子の持つ素子容量に起因する消費電力が増大するため、素子容量の低減、駆動電圧の低減と電子放出素子の効率向上が望まれていた。

【0 0 1 0】

前述のスプリント型はゲートが基板上に絶縁層を介して積層されることで、大きな容量と多数のエミッターとの間に寄生容量が形成されていた。さらに駆動電圧が数十～数百ボルトと高く、その構成上、容量性の消費電力が大きい欠点があった。

【0 0 1 1】

また、取り出された電子ビームは広がるため、ビームの広がりを押さえるため

には、集束電極が必要であった。例えば特開平 0 7 - 0 0 6 7 1 4 号には、電子を集束させるための電極を配置し、電子軌道を収束する手法が開示されている。しかし、この手法では集束電極の付与による工程の複雑さと電子放出効率の低下等が問題であった。

【 0 0 1 2 】

また、一般的な横型 F E では陰極から放出された電子は、対向するゲート電極に衝突しやすい構成になっているため、効率（ゲートに流れる電子電流と陽極（アノード）に到達する電子電流の比）が低下するだけでなく、陽極（アノード）でのビーム形状は大きく広がる構造であった。

【 0 0 1 3 】

本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、電子放出素子固有の容量を低減すること、電子放出素子の駆動電圧を低減すること、さらには、放出された電子の軌道を制御して、より高精細なビームを得ること、である。

【 0 0 1 4 】

【問題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、基板の表面に配置された第 1 の電極および第 2 の電極と、前記第 1 の電極に印加する電位よりも高い電位を前記第 2 の電極に印加するための第 1 の電圧印加手段と、前記第 1 の電極上に配置された電子放出部材と、前記基板に対向して配置され、前記電子放出部材から放出された電子が到達する第 3 の電極と、前記第 3 の電極に、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極に印加される電位よりも高い電位を印加するための第 2 の電圧印加手段と、を含む電子放出装置であって、前記第 2 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面と、前記第 3 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面との間に、前記電子放出部材の表面が配置され、前記第 2 の電極と前記第 1 の電極間の距離を d 、前記第 1 の電圧印加手段によって前記第 2 の電極と前記第 1 の電極間に印加される電位差を V_1 、前記第 3 の電極と前記基板との距離を H 、前記第 2 の電圧印加手段により前記第 3 の電極に印加される電位と前記第 1 の電圧印加手段により前記第 1 の電極に印加される電位との電位差を V_2 と

した際に、電界 $E_1 = V_1 / d$ は、電界 $E_2 = V_2 / H$ の 1 倍から 5 0 倍の範囲内にある電子放出装置である。

【 0 0 1 5 】

また、前記第 1 の電極の厚さが前記第 2 の電極の厚さより大きいことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、前記電子放出部材が、前記第 1 の電極上から、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極間の基板上までに配置されてなることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、前記基板が前記第 2 の電極と前記第 1 の電極との間に段差を有し、前記第 1 の電極が前記第 2 の電極よりも前記第 3 の電極の近くに配置されてなることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、前記電子放出部材は炭素を主成分とする材料で構成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、前記炭素を主成分とする材料は繊維状カーボンであることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、前記繊維状カーボンはグラファイトナノファイバー、カーボンナノチューブ、アモルファスカーボンもしくはこれらの混合物からなることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、前記繊維状カーボンは触媒粒子を介して成長してなることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、前記触媒粒子は Pd 、 Ni 、 Fe 、 Co 若しくはこれらの合金からなることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極を、前記基板表面上に複数配置してなることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、前記複数の第 1 の電極および前記複数の第 2 の電極が、マトリクス状の配線に電氣的に接続されてなることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、前記第 3 の電極上に、前記電子放出部材から放出された電子が照射されることにより発光する発光部材を配置したことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、本発明は、前記電子放出装置を備え、前記発光部材からの発光によって画像を表示する画像表示装置として構成することができる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明は、炭素を主成分とするファイバーと、前記炭素を主成分とするファイバーからの電子の放出を制御するための電極と、を含む電子放出素子であって、前記炭素を主成分とするファイバーは、当該ファイバーの軸方向に対して非平行に積層された複数のグラフェンを有する電子放出素子である。

【 0 0 2 8 】

また、前記複数のグラフェンは、実質的に平行であることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

また、前記電子放出素子は、カソード電極を有しており、前記炭素を主成分とするファイバーが、前記カソード電極上に配置されてなると共に、前記カソード電極に電氣的に接続されてなることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

また、前記カソード電極と、前記電子の放出を制御するための電極とが、同一基板の表面に、間隔を置いて配置されてなることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

また、前記電子放出素子は、前記炭素を主成分とするファイバーを複数有することを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

また、本発明は、前記いずれかの電子放出素子と、前記電子放出素子から放出される電子によって発光する発光部材とを有する発光装置として構成することができる。

【 0 0 3 3 】

また、本発明は、複数の電子放出素子と該複数の電子放出素子から放出された電子が照射されることにより発光する発光部材とを有する画像表示装置であって、前記電子放出素子が前記いずれかの電子放出素子を用いたことを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

また、基板の表面に配置された第 1 の電極および第 2 の電極と、前記第 1 の電極に印加する電位よりも高い電位を前記第 2 の電極に印加するための第 1 の電圧印加手段と、前記第 1 の電極上に配置されたカーボンを主成分とする複数のファイバーと、前記基板に対向して配置され、前記電子放出部材から放出された電子が到達する第 3 の電極と、前記第 3 の電極に、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極に印加される電位よりも高い電位を印加するための第 2 の電圧印加手段と、を含む電子放出装置であって、前記第 2 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面と、前記第 3 の電極の表面を含み、前記基板の表面に実質的に平行な面との間に、前記電子放出部材の表面が配置される電子放出装置である。

【 0 0 3 5 】

また、前記第 1 の電極と第 2 の電極との間隔を d 、前記第 1 の電位印加手段によって前記第 1 の電極に印加される電位と第 2 の電極に印加される電位との差を V_1 、前記第 3 の電極表面と前記基板表面との距離を H 、前記第 2 の電位印加手段によって前記第 3 の電極に印加される電位と前記第 1 の電極に印加される電位との差を V_2 とした時、電界 $E_1 = V_1 / d$ は、 $E_2 = V_2 / H$ の 1 倍以上 50 倍以下であることを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

また、前記炭素を主成分とするファイバーが、カーボンナノチューブであることを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

また、前記炭素を主成分とするファイバーは、当該ファイバーの軸方向に対し

て非平行に積層された複数のグラフェンを有することを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

また、前記炭素を主成分とするファイバーと前記カソード電極との間に、前記第 1 の電極の材料よりも炭素の堆積を促進する材料が配置されてなることを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

また、前記炭素の堆積を促進する材料は、Pd、Ni、Fe、Co若しくはこれらの合金からなる材料であることを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

また、前記炭素の堆積を促進する材料は、前記第 1 の電極上に、複数の粒子として配置されてなることを特徴とする。

【 0 0 4 1 】

また、前記複数の粒子は、 10^{10} 個/cm²以上の密度で前記第 1 の電極上に配置されてなることを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

また、前記第 1 の電極の厚みが、前記第 2 の電極の厚みよりも大きいことを特徴とする。

【 0 0 4 3 】

また、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極が、前記基板表面に複数配置してなることを特徴とする。

【 0 0 4 4 】

また、前記複数の第 1 の電極および前記複数の第 2 の電極が、マトリクス状の配線に電氣的に接続されてなることを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

また、前記第 3 の電極上に、前記電子放出部材から放出された電子が照射されることにより発光する発光部材を配置したことを特徴とする。

【 0 0 4 6 】

また、本発明は、前記電子放出装置を備え、前記発光部材からの発光によって画像を表示する画像表示装置として構成することができる。

【 0 0 4 7 】

また、本発明は、基板の表面に、間隔を置いて配置された第 1 の電極および第 2 の電極と、前記第 1 の電極上に配置された炭素を主成分とするファイバーと、を含む電子放出素子であって、前記第 2 の電極は、前記炭素を主成分とするファイバーからの電子の放出を制御するための電極であり、前記炭素を主成分とするファイバーは、グラフェンを有する電子放出素子である。

【 0 0 4 8 】

また、前記ファイバーの先端と前記基板表面との間隔が、前記第 2 の電極表面と前記基板表面との間隔よりも大きいことを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

また、前記グラフェンは、円筒状のグラフェンであることを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

また、前記電子放出素子は、前記炭素を主成分とするファイバーを複数有することを特徴とする。

【 0 0 5 1 】

また、本発明は、前記いずれかの電子放出素子と、前記電子放出素子から放出された電子によって発光する発光部材とを有する発光装置として構成することができる。

【 0 0 5 2 】

また、本発明は、複数の前記電子放出素子と該複数の電子放出素子から放出された電子が照射されることにより発光する発光部材とを有する画像表示装置として構成することができる。

【 0 0 5 3 】

本発明の電子放出素子によれば、低真空中で、高い電子放出量を、長期に渡り安定に行うことができる。

【 0 0 5 4 】

また、本発明においては、上記電子放出装置、電子放出素子において、アノードに発光部材を配置することで、低真空中動作でき、高輝度な発光／表示を、長期にわたり安定に行うことができる発光装置、画像表示装置などを形成できる。

【 0 0 5 5 】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に詳しく説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対位置などは、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【 0 0 5 6 】

一般に F E 素子の動作電圧 V_f はポアソン方程式によって導かれるエミッター先端部の電界と、その電界とエミッター部の仕事関数をパラメーターとして Fowler-Nordheim の式と呼ばれる関係式に従う電子放出電流の電流密度によって決定される。

【 0 0 5 7 】

また、電子放出に必要な電界は、エミッター先端とゲート電極間の距離 D が小さいほど、またエミッター先端の半径 r が小さいほど得られる電界が大きくなる。

【 0 0 5 8 】

一方、陽極上で得られる電子ビームにおける X 方向の最大の大きさ X_d (例えば図 1 3 における円形ビーム形状 1 3 7 の中心からの最大到達距離) は、単純な計算では

【数 1】

$$\sqrt{\frac{V_f}{V_a}}$$

に比例する形で表される。

【 0 0 5 9 】

この関係から明らかなように V_f の増大はビーム径の増大を招く。

【 0 0 6 0 】

また、この考察から V_f を下げるためには、極力距離 D 及び曲率半径 r を小さくしなければならない。

【0061】

従来構成のビーム形状について図13、14を用いて説明する。なお、図中、共通の番号として131、141は基板、132、142はエミッター電極、133、143は絶縁層、135、145はエミッタ、136、146はアノード、137、147はアノードに照射される電子ビームの形状をあらわしている。

【0062】

前述したスピント型の場合は図13に示すように、エミッター135とゲート134間に V_f を印加すると、エミッター135の突起先端の電界が高まり、電子がコーン状のエミッター先端近傍から真空中に取り出される。

【0063】

エミッター先端の電界はエミッター先端の形状に沿うように、ある有限の面積を持って形成されるため、取り出される電子はエミッター先端の有限の面積から電位に対して、鉛直方向に引き出される。

【0064】

この時、様々な角度を持つ電子も放出される。その結果、大きな角度成分を持つ電子は結果的にゲートの方向に引き出される。

【0065】

結果として、円形のゲートが形成されている場合に、図13中アノード136上には、ほぼ円形のビーム形状137の電子分布が得られる。つまり得られるビームの形状は引き出すゲートの形状及びエミッターとの距離に密接に関係していることを示している。

【0066】

電子の引き出し方向をそろえた横型FE（図14）の場合には、エミッタ145とゲート144との間に、基板141表面に実質的に平行な非常に強い電界（横方向電界）が生じ、その結果、エミッター145から放出された電子はゲート144上において、一部の電子149は真空中に取り出され残りの電子はゲート電極144に取り込まれる。

【0067】

この図14に示す構成の場合には、アノード（アノード電極）146に向かう

電界ベクトルの方向に対して、電子放出を行なう電界ベクトル（エミッター145からゲート144に向かう電界）が異なる方位を持つ。そのため、放出された電子がアノード146上で形成する電子分布（ビームスポット）が大きくなる。

【0068】

ここで、さらに電子がエミッタ電極145から引き出される電界（ここでは便宜的に、「横方向電界」と呼び、エミッター形状による電界の増強効果は無視する）とアノードに向かう電界（ここでは「縦方向電界」と呼ぶ）について考える。

【0069】

尚、上記「横方向電界」は、図13および図14の構成において、「基板131（141）の表面と実質的に平行な方向における電界」と言う事も出来る。また、特に図14の構成においては「ゲート144とエミッタ145とが対向する方向における電界」とも言うことできる。

【0070】

また、上記「縦方向電界」とは、図13および図14の構成において、「基板131（141）の表面と実質的に垂直な方向における電界」、あるいは「基板131（141）とアノード136（146）とが対向する方向における電界」と言うこともできる。

【0071】

前述したように、図14の構成において、エミッターから放出された電子は最初、横方向電界によって引き出され、ゲート方向に向かった後に、縦方向電界によって引き上げられアノードに到達する。

【0072】

このとき横方向電界と縦方向電界の強度比及び電子放出点の相対位置が重要となる。

【0073】

横方向電界が、縦方向電界と比較して、桁で強い場合には、エミッタから取り出された電子のほとんどは、横方向電界によって形成される放射状電位によって次第に軌道を曲げられ、ゲートに向かう軌道をとる。ゲートに衝突した電子の一

部は、散乱によって再び放出されるが、放出後、縦方向電界に捉えられるまでは、何度も楕円に似た軌道を描いてゲート上を広がりながら、同時に放出される電子の数を減じながら散乱を繰り返す。そして、散乱した電子が、ゲート電位の作る等電位線を越えると（これを「淀み点」と呼ぶことがある）、ここで初めて縦方向電界によって引き上げられるようになる。

【 0 0 7 4 】

横方向電界と縦方向電界が同程度の場合には、取り出された電子は、やはり放射状電位によって軌道が曲げられるものの、電界による束縛がゆるくなり、ゲートに衝突することなしに縦方向電界に捉えられる電子軌道が出現する。

【 0 0 7 5 】

この横方向電界と縦方向電界が同程度の時、即ち、横方向電界が縦方向電界の約 1 倍であるとき、エミッターからの電子の放出点位置を、ゲートの属する平面からアノードの属する平面側に持ち上げる（図 6 参照）と、放出された電子は実質的にゲートに衝突せずに、縦方向電界に捉えられる軌道を描くことが可能であることが分かった。

【 0 0 7 6 】

また、この電界比の検討を行った結果、ゲート電極 1 4 4 とエミッタ電極 1 4 5 の先端との間隔を d 、素子を駆動したときの電位差（ゲート電極とエミッタ電極との電位差）を V_1 、陽極（アノード）と基板（素子）との距離を H 、陽極（アノード）と陰極（エミッタ電極）との電位差を V_2 とした時、横方向電界が縦方向電界の 5 0 倍以上大きくなると、取り出された電子がゲートに衝突する軌道が描かれることを見出した。

【 0 0 7 7 】

また、本発明者は、ゲート電極 2 上での散乱を実質的に生じない高さ s （ゲート電極 2 表面の一部を含み、基板 1 表面と実質的に平行な平面と、電子放出部材 4 の表面を含み、基板 1 表面と実質的に平行な平面との距離で定義される（図 6 参照））が存在することを見出した。上記高さ S は、縦方向電界と横方向電界との比（縦方向電界強度／横方向電界強度）に依存し、縦－横方向電界比が低いほど、その高さが低く、横方向電界が大きいほど高さが必要である。

【 0 0 7 8 】

実用的な製造上の範囲としては、その高さ s は 10 nm 以上 $10\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である。

【 0 0 7 9 】

図 1 4 に示した従来の構成では、ゲート 1 4 4 とエミッター (1 4 2, 1 4 5) とが同一平面上に、同じ高さで構成されているだけでなく、横方向電界が縦方向電界と比較して一桁以上強いため、ゲートに衝突することに起因して、真空中に取り出される電子の量が減少する傾向が強かった。

【 0 0 8 0 】

さらに、従来の構成では横方向の電界強度を強めることを目的として素子の構造が決められていたため、アノード 1 4 6 上で得られる電子分布は広がっていた。

【 0 0 8 1 】

前述したように、アノード 1 4 6 に到達する電子の分布を小さくするには、1) 駆動電圧 (V_f) を下げる、2) 電子の引き出し方向を揃える、3) 電子の軌道、さらに、ゲートでの散乱がある場合には 4) 電子の散乱機構 (特に弾性散乱) を考慮しなければならない。

【 0 0 8 2 】

そこで、本発明は、アノード電極上に照射される電子分布の微細化と、電子放出素子の電子放出効率の向上 (ゲート電極に吸収される放出電子の低減) を目的とするものである。

【 0 0 8 3 】

以下に、本発明の新規な電子放出素子の構造について詳述する。

【 0 0 8 4 】

図 1 (a) は本発明の電子放出素子の一例を示す平面模式図である。図 1 (b) は図 1 (a) の A - A 間断面図である。図 6 は本発明の電子放出素子の上方にアノード電極を配置した電子放出装置を駆動している時の様子を示す模式断面図である。

【 0 0 8 5 】

図 1、図 6 において 1 は絶縁性の基板、2 は引き出し電極（「ゲート電極」または「第 2 電極」とも言う）、3 は陰極電極（「カソード電極」または「第 1 電極」とも言う）、4 は陰極電極 3 上に配置された電子放出材料（「電子放出部材」あるいは「エミッター材料」とも言う）、6 1 はアノード電極（「第 3 電極」とも言う）を示している。

【 0 0 8 6 】

また、本発明の電子放出装置においては、図 1、図 6 に示したように、陰極電極 3 とゲート電極 2 との間隙の距離を d 、電子放出素子を駆動したときの電位差（陰極電極 3 とゲート電極 2 間の電圧）を V_f 、アノード電極 6 1 と素子が配置された基板 1 表面との距離を H 、アノード電極 6 1 と陰極電極 3 との電位差を V_a とした時、駆動時の電界（横方向電界）： $E_1 = V_f / d$ は、アノード-カソード間の電界（縦方向電界）： $E_2 = V_a / H$ の 1 倍以上 5 0 倍以下に設定される。

【 0 0 8 7 】

このようにすることにより、陰極電極 3 側から放出された電子がゲート電極 2 に衝突する割合を低減できる。その結果、放出された電子ビームの広がりが少なく、高効率な、電子放出素子が得られる。

【 0 0 8 8 】

尚、本発明で言う「横方向電界」は、「基板 1 の表面と実質的に平行な方向における電界」と言うことができる。あるいは、また、「ゲート 2 とカソード電極 3 とが対向する方向における電界」とも言うことができる。

【 0 0 8 9 】

また、本発明で言う「縦方向電界」とは、「基板 1 の表面と実質的に垂直な方向における電界」、あるいは「基板 1 とアノード電極 6 1 とが対向する方向における電界」と言うこともできる。

【 0 0 9 0 】

さらには、本発明の電子放出装置においては、ゲート電極 2 上での散乱を抑制するために、電子放出部材 4 の表面を含み、基板 1 表面と実質的に平行な平面が、ゲート電極 2 表面の一部を含み、基板 1 表面と実質的に平行な平面よりも、基

板表面よりも離れた位置に配置される（図 6 参照））。換言すると、本発明の電子放出装置においては、電子放出部材 4 の表面の一部を含み、基板 1 表面に実質的に平行な平面が、引き出し電極 2 の表面の一部を含み、前記基板表面に実質的に平行な平面と、アノード電極 6 1 との間に配置される（図 6 参照））。

【 0 0 9 1 】

また、さらには、本発明の電子放出素子においては、ゲート電極 2 上での散乱を実質的に生じない、高さ s （ゲート電極 2 表面の一部を含み、基板 1 表面と実質的に平行な平面と、電子放出部材 4 の表面を含み、基板 1 表面と実質的に平行な平面との距離で定義される（図 6 参照））に電子放出部材 4 が配置される。

【 0 0 9 2 】

上記 s は、縦方向電界と横方向電界の比（縦方向電界強度／横方向電界強度）に依存し、縦方向電界と横方向電界比が低いほど、その高さが低く、横方向電界が大きいほど高さが必要である。実用的な範囲として、その高さ s は 10 nm 以上 $10\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である。

【 0 0 9 3 】

前記絶縁性の基板 1 としては、その表面を十分に洗浄した、石英ガラス、 Na 等の不純物含有量を減少させ K などに一部置換したガラス、青板ガラス及びシリコン基板等にスパッタ法等により SiO_2 を積層した積層体、アルミナ等のセラミックスの絶縁性基板が挙げられる。

【 0 0 9 4 】

前記引き出し電極 2 および陰極電極 3 は導電性を有しており、蒸着法、スパッタ法等の一般的真空成膜技術、フォトリソグラフィ技術により前記基板 1 の表面に互いに対向するように形成される。電極 2 及び 3 の材料は、例えば、炭素、金属、金属の窒化物、金属の炭化物、金属のホウ化物、半導体、半導体の金属化合物から適宜選択される。電極 2 及び 3 の厚さとしては、数十 nm から数十 $\mu\text{ m}$ の範囲で設定される、好ましくは炭素、金属、金属の窒化物、金属の炭化物の耐熱性材料が望ましい。

【 0 0 9 5 】

本発明における、電子放出素子を構成する引き出し電極 2 と陰極電極 3 は、基

板 1 の表面に配置される。そして、当然であるが、引き出し電極 2 と陰極電極 3 とは間隔を置いて配置され、その間隔の方向が、基板 1 の表面を含む平面と実質的に平行に配置される。換言すると、引き出し電極 2 と陰極電極 3 とが互いにオーバーラップしない構造である。

【 0 0 9 6 】

特に、後に述べる繊維状カーボンの成長の場合は導電性を付与したシリコン、例えばドーパドポリシリコンなどが好ましい。

【 0 0 9 7 】

なお、この電極の厚さが薄いために電位降下などが心配される時、あるいはマトリクス配列でこの素子を用いる場合は必要に応じて低抵抗の配線用金属材料が電子放出に関与しない部分で用いられることがある。

【 0 0 9 8 】

エミッター材料（電子放出部材）4 はスパッタ法等の一般的な真空成膜法等で堆積した膜を R I E などの手法を用いてエミッター形状に加工する場合と、C V D における核成長を利用した針状結晶の成長や、ひげ結晶の成長などを利用する場合がある。エミッター形状の制御は R I E の場合には用いる基板の種類、ガスの種類、ガス圧力（流量）、エッチング時間、プラズマを形成する時のエネルギーなどに依存する。一方 C V D による形成方法では基板の種類、ガスの種類、流量、成長温度などで制御される。

【 0 0 9 9 】

エミッター（電子放出部材）4 に用いる材料は、T i C、Z r C、H f C、T a C、S i C、W C 等の炭化物、アモルファスカーボン、グラファイト、ダイヤモンドライクカーボン、ダイヤモンドを分散した炭素及び炭素化合物等を用いることができる。

【 0 1 0 0 】

本発明においては、エミッター（電子放出部材）4 として、特に、繊維状カーボンを用いることが好ましい。尚、本発明における「繊維状カーボン」とは、「炭素を主成分とする柱状物質」あるいは、「炭素を主成分とする線状物質」ということもできる。また、「繊維状カーボン」とは、「炭素を主成分とするファイ

バー」ということもできる。そして、また、本発明における「繊維状カーボン」とは、より具体的には、カーボンナノチューブ、グラファイトナノファイバー、アモルファスカーボンファイバーを含む。そして、中でも、グラファイトナノファイバーが電子放出部材 4 として最も好ましい。

【 0 1 0 1 】

引き出し電極 2 と陰極電極 3 の間隔は、前述したとおり、用いる陰極材料からの電子放出に必要な横方向電界と、画像形成に必要な縦方向電界との電界を比較した時に、電子放出に必要な電界が、縦方向電界よりも 1 倍から 5 0 倍程度の値になるように、駆動電圧（引き出し電極 2 と陰極電極 3 との間に印加する電圧）と間隔を決めればよい。

【 0 1 0 2 】

陽極（アノード電極）上に蛍光体などの発光部材を配置する場合は、必要な縦方向電界は $10^{-1} \text{V} / \mu\text{m}$ 以上 $10 \text{V} / \mu\text{m}$ 以下の範囲が好ましい。例えば、陽極（アノード電極）と陰極電極との間隔を 2 mm とし、その間隔に 1 0 K V を印加する場合、この時の縦方向電界は $5 \text{V} / \mu\text{m}$ となる。この場合、用いるべきエミッター材料（電子放出部材）4 の電子放出電界は $5 \text{V} / \mu\text{m}$ よりも大きな電子放出電界を持つ材料であり、選択した電子放出電界に相当するように、その間隔と、駆動電圧を決めればよい。

【 0 1 0 3 】

このように、数 $\text{V} / \mu\text{m}$ の閾値電界を持つ材料としては、繊維状カーボンがある。繊維状カーボンの形態の一例を図 1 1、図 1 2 示す。各図では一番左側に光学顕微鏡レベル（ ~ 1000 倍）で見える形態、真中は走査電子顕微鏡（SEM）レベル（ ~ 3 万倍）で見える形態、右側は透過電子顕微鏡（TEM）レベル（ ~ 100 万倍）で見えるカーボンの形態を模式的に示している。

【 0 1 0 4 】

図 1 1 のように、グラフェンが円筒形状（円筒形が多重構造になっているものはマルチウォールナノチューブと呼ばれる）の形態をとるものはカーボンナノチューブと呼ばれ、特にチューブ先端を開放させた構造の時に、最もその閾値が下がる。

【 0 1 0 5 】

あるいは、比較的低温で生成される繊維状カーボンを図 1 2 に示す。この形態の繊維状カーボンは、グラフェンの積層体（このため「グラファイトナノファイバー」と呼ばれることがあるが、温度によりアモルファス構造の割合が増加する）で構成されている。より具体的には、グラファイトナノファイバーは、その長手方向（ファイバーの軸方向）にグラフェンが積層されたファイバー状の物質を指す。換言すると、図 1 2 に示す様に、グラフェンがファイバーの軸に対して非平行に配置されたファイバー状の物質である。

【 0 1 0 6 】

一方のカーボンナノチューブは、その長手方向（ファイバーの軸方向）を囲むよう（円筒形状）にグラフェンが配置されているファイバー状の物質である。換言すると、グラフェンがファイバーの軸に対して実質的に平行に配置されるファイバー状の物質である。

【 0 1 0 7 】

尚、グラファイトの 1 枚面を「グラフェン」あるいは「グラフェンシート」と呼ぶ。より具体的には、グラファイトは、炭素原子が sp^2 混成により共有結合でできた正六角形を敷き詰める様に配置された炭素平面が、 3.354 \AA の距離を保って積層してできたものである。この一枚一枚の炭素平面を「グラフェン」あるいは「グラフェンシート」と呼ぶ。

【 0 1 0 8 】

どちらの繊維状カーボンも電子放出の閾値が $1 \text{ V} \sim 10 \text{ V} / \mu \text{ m}$ 程度であり、本発明のエミッター（電子放出部材）4 の材料として好ましい。

【 0 1 0 9 】

特に、グラファイトナノファイバーを用いた電子放出素子では、図 1 などに示した本発明の素子構造に限らず、低電界で電子放出を起こすことができ、大きな放出電流を得ることができ、簡易に製造ができ、安定な電子放出特性をもつ電子放出素子を得ることが出来る。例えば、グラファイトナノファイバーをエミッターとし、このエミッターからの電子放出を制御する電極を用意することで電子放出素子とすることができ、さらに、グラファイトナノファイバーから放出された電子

の照射により発光する発光部材を用いればランプなどの発光装置を形成することができる。また、さらには、上記グラファイトナノファイバーを用いた電子放出素子を複数配列すると共に、蛍光体などの発光部材を有するアノード電極を用意することでディスプレイなどの画像表示装置をも構成することができる。グラファイトナノファイバーを用いた電子放出装置や発光装置や画像表示装置においては、内部を従来の電子放出素子のように超高真空中に保持しなくても安定な電子放出をすることができ、また、低電界で電子放出するため、信頼性の高い装置を非常に簡易に製造することができる。

【0110】

上記した繊維状カーボンは、触媒（炭素の堆積を促進する材料）を用いて炭化水素ガスを分解して形成することができる。カーボンナノチューブとグラファイトナノファイバーは触媒の種類、及び分解の温度によって異なる。

【0111】

前記触媒材料としてはFe、Co、Pd、Niもしくはこれらの中から選択された材料の合金が繊維状カーボン形成用の核として用いることができる。

【0112】

特に、Pd、Niにおいては低温（400℃以上の温度）でグラファイトナノファイバーを生成することが可能である。Fe、Co、を用いたカーボンナノチューブの生成温度は800℃以上必要なことから、Pd、Niを用いてのグラファイトナノファイバー材料の作成は、低温で可能なため、他の部材への影響や、製造コストの観点からも好ましい。

【0113】

さらに、Pdにおいては酸化物が水素により低温（室温）で還元される特性を用いて、核形成材料として酸化パラジウムを用いることが可能である。

【0114】

酸化パラジウムの水素還元処理を行なうと、一般的な核形成技法として従来から使用されている金属薄膜の熱凝集や、超微粒子の生成と蒸着を用いずとも、比較的低温（200℃以下）で初期凝集核の形成が可能となった。

【0115】

前述の炭化水素ガスとしては例えばエチレン、メタン、プロパン、プロピレンなどの炭化水素ガス、CO、CO₂ガスあるいはエタノールやアセトンなどの有機溶剤の蒸気を用いることもある。

【0116】

本発明の装置においては、電子放出の関与に係わらず、エミッター（電子放出部材）4の存在する領域を以後「エミッター領域」と呼ぶ。

【0117】

「エミッター領域」における電子放出点の位置（電子放出部位）とその動作について図6、7を用いて説明する。

【0118】

陰極電極3と引き出し電極2との間隔を数 μ mに設定した本発明の電子放出素子を、図6に示すような真空装置60に設置し、真空排気装置65によって 10^{-4} Pa程度に到達するまで十分に排気した、図6に示したように基板1の表面から数ミリの高さHの位置に陽極（アノード電極）61の表面が位置するように設け、陰極電極3および引き出し電極よりも数キロボルト高い電位（電圧V_a）を電圧源（「第2の電圧印加手段」または「第2の電位印加手段」）を用いて、陽極61に印加した。ここでは、電圧V_aを陰極電極3と陽極61との間に印加したが、陽極に印加する電圧はグランド電位を基準としても良い。尚、基板1の表面と陽極61の表面は実質的に平行になるように配置される。

【0119】

素子には、図示しない電源（「第1の電圧印加手段」または「第1の電位印加手段」）により駆動電圧V_fとして数十V程度からなる電圧を陰極電極3と引き出し電極2との間に印加し、電極2、3間に流れる素子電流I_fと、アノード電極に流れる電子放出電流I_eを計測した。

【0120】

この時、等電位線63は図6のように形成され（基板1表面に実質的に平行に電界（電界の向き）が形成され）、最も電界の集中する点は符号64で示される電子放出部材4の最もアノード電極寄り、且つギャップに面する場所と想像される。この電界集中点近傍に位置する電子放出材料の中で最も電界集中する場所か

ら電子が主に放出されると考えられる。素子の I_e 特性は図 7 に示すような特性であった。すなわち印加電圧の約半分から I_e が急激に立ち上がり、不図示の I_f は I_e の特性に類似していたが、その値は I_e と比較して十分に小さな値であった。

【 0 1 2 1 】

以下、本発明の電子放出素子を複数配して得られる電子源について、図 8 を用いて説明する。図 8 において、8 1 は電子源基体、8 2 は X 方向配線、8 3 は Y 方向配線である。8 4 は本発明の電子放出素子、8 5 は結線である。

【 0 1 2 2 】

m 本の X 方向配線 8 2 は、 DX_1 , DX_2 , . . . DX_m からなり、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、巾は、適宜設計される。Y 方向配線 8 3 は、 DY_1 , DY_2 , . . . DY_n の n 本の配線よりなり、X 方向配線 8 2 と同様に形成される。これら m 本の X 方向配線 8 2 と n 本の Y 方向配線 8 3 との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電氣的に分離している (m, n は、共に正の整数)。

【 0 1 2 3 】

不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された SiO_2 等で構成される。例えば、X 方向配線 8 2 を形成した基体 8 1 の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が、適宜設定される。X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【 0 1 2 4 】

電子放出素子 8 4 を構成する一対の電極 (不図示) は、m 本の X 方向配線 8 2 と n 本の Y 方向配線 8 3 と導電性金属等からなる結線 8 5 によって電氣的に接続されている。

【 0 1 2 5 】

配線 8 2 と配線 8 3 を構成する材料、結線 8 5 を構成する材料及び一対の素子電極を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、ま

たそれぞれ異なってもよい。これら材料は、例えば前述の素子電極の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線は素子電極ということもできる。

【 0 1 2 6 】

X方向配線 8 2 には、X方向に配列した電子放出素子 8 4 の行を、選択するための走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、Y方向配線 8 3 には、Y方向に配列した電子放出素子 8 4 の各列を入力信号に応じて、変調するための不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。

【 0 1 2 7 】

上記構成においては、単純なマトリクス配線を用いて、個別の素子を選択し、独立に駆動可能とすることができる。

【 0 1 2 8 】

このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図であり、図 9 において、8 1 は電子放出素子を複数配した電子源基体、9 1 は電子源基体 8 1 を固定したリアプレート、9 6 はガラス基体 9 3 の内面に発光部材である蛍光膜 9 4 と、メタルバック（アノード）9 5 等が形成されたフェースプレートである。9 2 は、支持枠であり該支持枠 9 2 には、リアプレート 9 1 、フェースプレート 9 6 がフリットガラス等を用いて接続されている。外囲器 9 7 は、例えば大気中、真空中あるいは、窒素中で、4 0 0 ～ 5 0 0 度の温度範囲で 1 0 分以上焼成することで、封着して構成される。

【 0 1 2 9 】

外囲器 9 7 は、上述の如く、フェースプレート 9 6 、支持枠 9 2 、リアプレート 9 1 で構成される。リアプレート 9 1 は主に基体 8 1 の強度を補強する目的で設けられるため、基体 8 1 自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート 9 1 は不要とすることができる。即ち、基体 8 1 に直接支持枠 9 2 を封着し、フェースプレート 9 6 、支持枠 9 2 及び基体 8 1 で外囲器 9 7 を構成しても良い。一

方、フェースプレート 9 6、リアプレート 9 1 間に、スペーサーとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器 9 7 を構成することもできる。

【 0 1 3 0 】

【実施例】

以下、本発明の実施例を詳細に説明する。

【 0 1 3 1 】

(実施例 1)

図 1 (a) に本実施例により作製した電子放出素子を素子上部から見た様子を
示し、図 1 (b) は図 1 (a) の A - A 間断面図を示す。

【 0 1 3 2 】

図 1 において 1 は絶縁性の基板、 2 は引き出し電極 (ゲート) 、 3 は陰極電極、
4 はエミッター材料、を示している。

【 0 1 3 3 】

以下に、図 5 を用いて本実施例の電子放出素子の製造工程を詳細に説明する。

【 0 1 3 4 】

(工程 1)

基板 1 に石英基板を用い、十分洗浄を行った後、ゲート電極 2 及び陰極電極 3
としてスパッタ法により厚さ 5 n m (不図示) の T i 及び厚さ 3 0 n m のポリ S
i (砒素ドーブ) を連続的に蒸着を行なった。

【 0 1 3 5 】

次に、フォトリソグラフィ工程で、ポジ型フォトレジスト (A Z 1 5 0 0 /
クラリアント社製) を用いてレジストパターンを形成した。

【 0 1 3 6 】

次に、パターニングした前記フォトレジストをマスクとしてポリ S i (砒素ド
ーブ) 層、 T i 層は C F ₄ ガスを用いてドライエッチングを行い、電極間ギャ
ップが 5 μ m からなる引き出し電極 2、および陰極電極 3 を形成した (図 5 (a)
) 。

【 0 1 3 7 】

(工程 2)

次に、基板全体に Cr を EB 蒸着にて約 1 0 0 n m の厚さに堆積した。

【 0 1 3 8 】

フォトリソグラフィ工程で、ポジ型フォトレジスト (A Z 1 5 0 0 / クラリアント社製) を用いてレジストパターンを形成した。

【 0 1 3 9 】

次に、パターニングした前記フォトレジストをマスクとし、電子放出材料 4 を配置すべき領域 (1 0 0 μ m 角) の開口部を陰極電極 3 上に形成し、開口部の Cr を硝酸セリウム系のエッチング液で取り除いた。

【 0 1 4 0 】

レジストを剥離した後、Pd 錯体にイソプロピルアルコール等を加えた錯体溶液を、スピコートにて基板全体に塗布した。

【 0 1 4 1 】

塗布後、大気中 3 0 0 °C で熱処理を行い、酸化パラジウム 5 1 を約 1 0 n m の厚さに形成した後、Cr を硝酸セリウム系のエッチング液にて取り除いた (図 5 (b))。

【 0 1 4 2 】

(工程 3)

基板を 2 0 0 °C に加熱し、大気を排気後、窒素で希釈した 2 % 水素気流中で熱処理を行った。この段階で陰極電極 3 表面には、直径が約 3 ~ 1 0 n m の粒子 5 2 が形成された。この時の粒子の密度は約 $1 0^{11} \sim 1 0^{12}$ 個 / cm^2 と見積もられた (図 5 (c))。

【 0 1 4 3 】

(工程 4)

続いて、窒素希釈した 0. 1 % エチレン気流中で 5 0 0 °C、1 0 分間加熱処理をした。これを走査電子顕微鏡で観察すると、Pd 塗布領域に直径 1 0 n m ~ 2 5 n m 程度で、屈曲しながら繊維状に伸びた多数の繊維状カーボン 4 が形成されているのがわかった。このとき繊維状カーボンの厚さは約 5 0 0 n m となっていた (図 5 (d))。

【 0 1 4 4 】

本素子を図 6 に示すような真空装置 6 0 に設置し、真空排気装置 6 2 によって $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ に到達するまで十分に排気した、図 6 に示したよう素子から $H = 2 \text{ mm}$ 離れた陽極（アノード） 6 1 に、陽極（アノード）電圧として $V_a = 10 \text{ KV}$ 印加した。このとき素子には駆動電圧 $V_f = 20 \text{ V}$ からなるパルス電圧を印加して流れる素子電流 I_f と電子放出電流 I_e を計測した。

【 0 1 4 5 】

素子の I_f 、 I_e 特性は図 7 に示すような特性であった。すなわち印加電圧の約半分から I_e が急激に増加し、 V_f が 15 V では約 $1 \mu \text{ A}$ の電子放出電流 I_e が測定された。一方 I_f は I_e の特性に類似していたが、その値は I_e と比較して一桁以上小さな値であった。

【 0 1 4 6 】

得られたビームは Y 方向に細長く、X 方向に短い、略矩形形状であった。 V_f 15 V 固定とアノード間距離 H 2 mm 固定を一定に保ち、アノード電圧を 5 KV 、 10 KV 、電極 2、3 間のギャップを $1 \mu \text{ m}$ 、 $5 \mu \text{ m}$ にした時のビーム幅を測定したところ表 1 のようになった。

【 0 1 4 7 】

【表 1】

	V_a 5 KV	10 KV
ギャップ $1 \mu \text{ m}$	X方向 $60 \mu \text{ m}$ Y方向 $170 \mu \text{ m}$	X方向 $30 \mu \text{ m}$ Y方向 $150 \mu \text{ m}$
$5 \mu \text{ m}$	X方向 $93 \mu \text{ m}$ Y方向 $170 \mu \text{ m}$	X方向 $72 \mu \text{ m}$ Y方向 $150 \mu \text{ m}$

【 0 1 4 8 】

ここで、駆動に必要な電界は繊維状カーボンの成長条件を変えることで変化させることが可能であった。特に酸化パラジウムを還元処理して出来る Pd の平均粒径が、その後の成長で出来る繊維状カーボンの直径と関連している。Pd の平均直径は塗布する Pd 錯体の Pd 濃度とスピンコートの回転数で制御することが可能であった。

【 0 1 4 9 】

この素子の繊維状カーボン透過型電子顕微鏡で観察したところ、図 1 2 の右に示すように、グラフェンがファイバーの軸方向に積層された構造であった。グラフェンの積層間隔（Z 軸方向）は温度が低い 5 0 0 °C 程度では不鮮明であり、その間隔が 0. 4 n m であったが、温度が高くなればなるほど、格子間隔が鮮明となり、7 0 0 °C では 0. 3 4 n m となりグラファイト 0. 3 3 5 n m に近い値となった。

【 0 1 5 0 】

（実施例 2）

第二の実施例を図 2 に示す。

【 0 1 5 1 】

本実施例では第一の実施例における陰極電極 3 の厚さを 5 0 0 n m、繊維状カーボンからなる電子放出材料 4 の厚さを 1 0 0 n m に形成した以外は実施例 1 と同様にして電子放出素子の作製を行い、 I_f 、 I_e の計測を行った。

【 0 1 5 2 】

本素子構成により、陰極電極 3 を厚くすることで、電子放出位置をゲート電極から見て、確実に高い位置（アノード側）にすることが出来た。この構成によって、電子がゲートに衝突する軌道が減少し、効率の低下や、ビーム径の増大を招く現象を防ぐことができた。

【 0 1 5 3 】

この結果、本素子構成においても、 V_f が 2 0 V では約 1 μ A の電子放出電流 I_e が測定された。一方 I_f は I_e の特性に類似していたが、その値は I_e と比較して二桁小さな値であった。

【 0 1 5 4 】

この時のビーム径もほぼ表 1 と同じであった。

【 0 1 5 5 】

（実施例 3）

第三の実施例を図 3 に示す。

【 0 1 5 6 】

本実施例では第一の実施例における工程 2 において酸化パラジウム 5 1 を陰極電極 3 上および電極 2, 3 間のギャップ内に配置した。ギャップ内の酸化 Pd は、ギャップのほぼ中間位置まで配置した。工程 2 以外は実施例 1 と同じである。

【0157】

本素子では実施例 1 と比較してギャップ間距離が小さい分、電界が約 2 倍程度強い。このため駆動の電圧は 8 V 程度まで低下させることが可能となった。

【0158】

(実施例 4)

第四の実施例を図 4 にしめす。本実施例では実施例 1 で述べた工程 1 と工程 2 を以下に示すように変更した。

【0159】

(工程 1)

基板 1 に石英基板を用い、十分洗浄を行った後、陰極電極 3 としてスパッタ法により厚さ 5 nm の Ti 及び厚さ 30 nm のポリ Si (砒素ドーパ) を連続的に蒸着を行なった。

【0160】

次に、フォトリソグラフィ工程で、ポジ型フォトレジスト (AZ 1500 / クラリアント社製) を用いてレジストパターンを形成した。

【0161】

次に、パターニングした前記フォトレジストをマスクとしてポリ Si 層、Ti 層を CF₄ を用いてドライエッチングを行い陰極電極 3 を形成した。

【0162】

次に、陰極電極をマスクとして用い、フッ酸とフッ化アンモニウムからなる混酸を用いて、約 500 nm の深さ、石英基板をエッチングした。

【0163】

続いて、ゲート電極 2 として再びスパッタ法により厚さ 5 nm の Ti 及び厚さ 30 nm の Pt を連続的に蒸着を行なった。陰極電極のフォトレジストを剥離後、再びポジ型フォトレジスト (AZ 1500 / クラリアント社製) を用いてゲート電極形状を形成するためのレジストパターンを形成した。

【 0 1 6 4 】

次に、パターンニングした前記フォトリソレジストをマスクとして Pt 層、Ti 層を Ar を用いてドライエッチングを行い、電極間に形成された段差がギャップとして作用するように電極 2 を形成した。

【 0 1 6 5 】

次に、レジストパターンを陰極上に形成して、直進性の良い抵抗加熱蒸着で Ni 膜を約 5 nm の厚さに形成し、その後酸化処理を 350℃ で 30 分行った。

【 0 1 6 6 】

この工程以降は、実施例 1 と同じ工程であった。

【 0 1 6 7 】

本素子構成により、より微細なギャップを作ることが可能となり、約 6 V 程度から電子放出させることができるようになった。

【 0 1 6 8 】

また、電子放出材料 4 の高さ（膜厚）がゲート電極の高さに比べて高いことに起因して、電子放出材料 4 の上部からだけでなく中間位置からも電子が出ることで、ゲート電極に電子が衝突し、効率の低下や、ビーム径の増大を防ぐことができた。

【 0 1 6 9 】

（実施例 5）

実施例 1 で作成した電子放出素子を複数配して得られる電子源ならびに該電子源を用いた画像形成装置について、図 8、9、10 を用いて説明する。図 8 において、81 は電子源基体、82 は X 方向配線、83 は Y 方向配線である。84 は本発明の電子放出素子、85 は結線である。

【 0 1 7 0 】

複数配置したことに伴う素子の容量が増大すると、図 8 に示すマトリクス配線した電子源においては、パルス幅変調に伴う短いパルスを加えても容量成分により波形がなまり、期待した階調が取れないなどの問題が生じる。このため本実施例では電子放出部の脇に、層間絶縁層を配し、電子放出部以外での容量性分の増加を低減する構造を採用した。

【 0 1 7 1 】

図 8 において m 本の X 方向配線 8 2 は DX_1, DX_2, \dots, DX_m からなり、蒸着法にて形成された厚さ約 $1 \mu m$ 、幅 $300 \mu m$ のアルミニウム系配線材料で構成されている。配線の材料、膜厚、巾は、適宜設計される。 Y 方向配線 8 3 は厚さ $0.5 \mu m$ 、幅 $100 \mu m$ 、 DY_1, DY_2, \dots, DY_n の n 本の配線よりなり、 X 方向配線 8 2 と同様に形成される。これら m 本の X 方向配線 8 2 と n 本の Y 方向配線 8 3 との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電氣的に分離している (m, n は、共に正の整数)。

【 0 1 7 2 】

不図示の層間絶縁層は、スパッタ法等を用いて厚さ約 $0.8 \mu m$ の SiO_2 で構成された。 X 方向配線 8 2 を形成した基体 8 1 の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、 X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 の交差部の電位差に耐え得るように、層間絶縁層の厚さが決められた。 X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【 0 1 7 3 】

本発明の電子放出素子 8 4 を構成する一対の電極 (不図示) は、 m 本の X 方向配線 8 2 と n 本の Y 方向配線 8 3 と導電性金属等からなる結線 8 5 によって電氣的に接続されている。

【 0 1 7 4 】

X 方向配線 8 2 には、 X 方向に配列した本発明の電子放出素子 8 4 の行を、選択するための走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、 Y 方向配線 8 3 には、 Y 方向に配列した本発明の電子放出素子 8 4 の各列を入力信号に応じて、変調するための不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。本発明においては Y 方向配線 8 3 は実施例 1 で示した素子のゲート電極 2 に接続され、 X 方向配線は素子のカソード電極 3 に接続された。このように接続することで、本発明の特徴である、ビームの収束効果が得られた。

【 0 1 7 5 】

上記構成においては、単純なマトリクス配線を用いて、個別の素子を選択し、独立に駆動可能とすることができる。

【 0 1 7 6 】

このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、画像形成装置の表示パネルを示す図である。

【 0 1 7 7 】

図 9 において、8 1 は図 8 で説明した電子放出素子を複数配した電子源を有する基体であり、9 1 は電子源基体 8 1 を固定したリアプレート、9 6 はガラス基体 9 3 の内面に蛍光膜 9 4 とメタルバック 9 5 等が形成されたフェースプレートである。9 2 は、支持枠であり該支持枠 9 2 には、リアプレート 9 1、フェースプレート 9 6 がフリットガラス等を用いて接続されている。9 8 は外囲器であり、真空中で、4 5 0 度の温度範囲で 1 0 分焼成することで、封着して構成される。電子放出素子 8 4 は、図 9 における電子放出部に相当する。8 2、8 3 は、本発明の電子放出素子の一对の素子電極と接続された X 方向配線及び Y 方向配線である。

【 0 1 7 8 】

外囲器 9 7 は、上述の如く、フェースプレート 9 6、支持枠 9 2、リアプレート 9 1 で構成される。一方、フェースプレート 9 6、リアプレート 9 1 間に、スペーサーとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器 9 8 を構成した。

【 0 1 7 9 】

メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化处理（通常、「フィルミング」と呼ばれる。）を行い、その後 A 1 を真空蒸着等を用いて堆積させることで作られた。

【 0 1 8 0 】

フェースプレート 9 6 には、更に蛍光膜 9 4 の導電性を高めるため、蛍光膜 9 4 の外面側に透明電極（不図示）を設けた。

【 0 1 8 1 】

走査回路 1 0 2 について説明する。同回路は、内部に M 個のスイッチング素子を備えたもので（図中、S 1 ないし S m で模式的に示している）ある。各スイッチング素子は、直流電圧源 V x の出力電圧もしくは 0 [V]（グランドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル 1 0 1 の端子 D x 1 ないし D x m と電氣的に接続される。S 1 乃至 S m の各スイッチング素子は、制御回路 1 0 3 が出力する制御信号 T s c a n に基づいて動作するものであり、例えば F E T のようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することができる。

【 0 1 8 2 】

直流電圧源 V x は、本例の場合には本発明の電子電子放出素子の特性（電子放出しきい値電圧）に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するよう設定されている。

【 0 1 8 3 】

制御回路 1 0 3 は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるように各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路 1 0 3 は、同期信号分離回路 1 0 6 より送られる同期信号 T s y n c に基づいて、各部に対して T s c a n および T s f t および T m r y の各制御信号を発生する。

【 0 1 8 4 】

同期信号分離回路 1 0 6 は、外部から入力される N T S C 方式のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離する為の回路で、一般的な周波数分離（フィルター）回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路 1 0 6 により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上 T s y n c 信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は便宜上 D A T A 信号と表した。該 D A T A 信号はシフトレジスタ 1 0 4 に入力される。

【 0 1 8 5 】

シフトレジスタ 1 0 4 は、時系列的にシリアルに入力される前記 D A T A 信号を、画像の 1 ライン毎にシリアル／パラレル変換するためのもので、前記制御回路 1 0 3 より送られる制御信号 T s f t に基づいて動作する（即ち、制御信号 T s f t は、シフトレジスタ 1 0 4 のシフトクロックであるということもできる。

）。シリアル／パラレル変換された画像１ライン分（電子放出素子 N 素子分の駆動データに相当）のデータは、 $I d 1$ 乃至 $I d n$ の N 個の並列信号として前記シフトレジスタ１０４より出力される。

【０１８６】

ラインメモリ１０５は、画像１ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路１１３より送られる制御信号 $T m r y$ に従って適宜 $I d 1$ 乃至 $I d n$ の内容を記憶する。記憶された内容は、 $I' d 1$ 乃至 $I' d n$ として出力され、変調信号発生器１０７に入力される。

【０１８７】

変調信号発生器１０７は、画像データ $I' d 1$ 乃至 $I' d n$ の各々に応じて本発明の電子電子放出素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源であり、その出力信号は、端子 $D o y 1$ 乃至 $D o y n$ を通じて表示パネル１１１内の本発明の電子電子放出素子に印加される。

【０１８８】

前述したように、本発明を適用可能な電子放出素子は放出電流 $I e$ に対して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確なしきい値電圧 $V t h$ があり、 $V t h$ 以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。電子放出しきい値以上の電圧に対しては、素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値 $V m$ を変化させる事により出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅 $P w$ を変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。

【０１８９】

従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器１０７として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いるこ

とができる。

【 0 1 9 0 】

パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器 1 0 7 として、一定の波高値の電圧パルスが発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【 0 1 9 1 】

シフトレジスタ 1 0 4 やラインメモリ 1 0 5 は、デジタル信号式を用いた。

【 0 1 9 2 】

本実施例では、変調信号発生器 1 0 7 には、例えば D / A 変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器 1 0 7 には、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いた。

【 0 1 9 3 】

ここで述べた画像形成装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については、NTSC方式を挙げたが入力信号はこれに限られるものではなく、PAL、SECAM方式など他、これよりも、多数の走査線からなるTV信号（例えば、MUSE方式をはじめとする高品位TV）方式をも採用できる。

【 0 1 9 4 】

本実施例で作成した画像表示装置を用いて画像を表示させたところ、高輝度で、高精細な画像を長期にわたり安定に表示することができた。

【 0 1 9 5 】

【発明の効果】

以上説明した様に、本発明によれば電子放出素子固有の容量を低減するとともに駆動電圧を低減することができ、このような電子放出素子を用いることにより効率が高く、ビーム径の小さい電子放出装置が実現できる。

【 0 1 9 6 】

また、本発明の電子放出素子を用いた画像表示装置においては、より高精細な

画像表示装置、例えば、カラーフラットテレビが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は本発明による基本的な電子放出素子の一例を示す図である。

【図 2】

図 2 は本発明による第二の実施例を示す図である。

【図 3】

図 3 は本発明による第三の実施例を示す図である。

【図 4】

図 4 は本発明による第四の実施例を示す図である。

【図 5】

図 5 は本発明による第一の実施例の製造工程を示す図である。

【図 6】

図 6 は本発明による電子放出素子を動作させる時の構成例を示す図である。

【図 7】

図 7 は本発明による基本的な電子放出素子の動作特性例を示す図である。

【図 8】

図 8 は本発明による複数電子源を用いた単純マトリクス回路の構成例を示す図である。

【図 9】

図 9 は本発明による電子源を用いた、画像形成パネルの構成例を示す図である。

【図 1 0】

図 1 0 は本発明による電子源を用いた、画像形成パネルの回路例を示す図である。

【図 1 1】

図 1 1 はカーボンナノチューブの構造を示す概要図を示す図である。

【図 1 2】

図 1 2 はグラファイトナノファイバーの構造を示す概要図を示す図である。

【図 1 3】

図 1 3 は縦型 F E の従来例を示す図である。

【図 1 4】

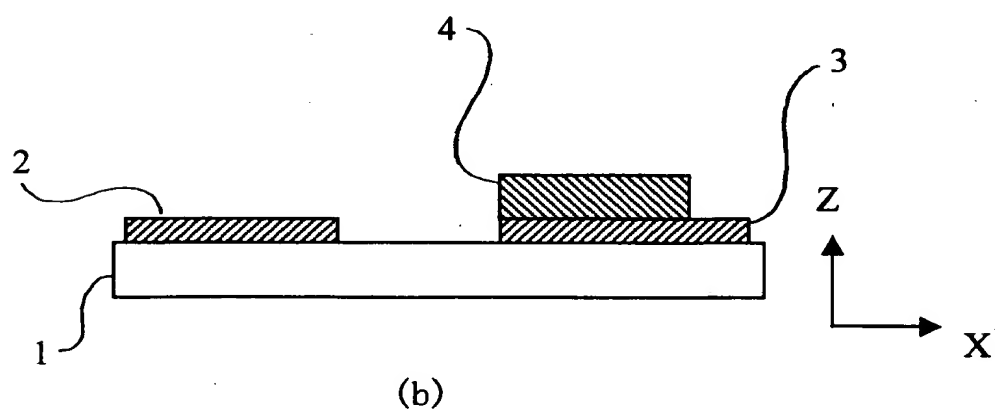
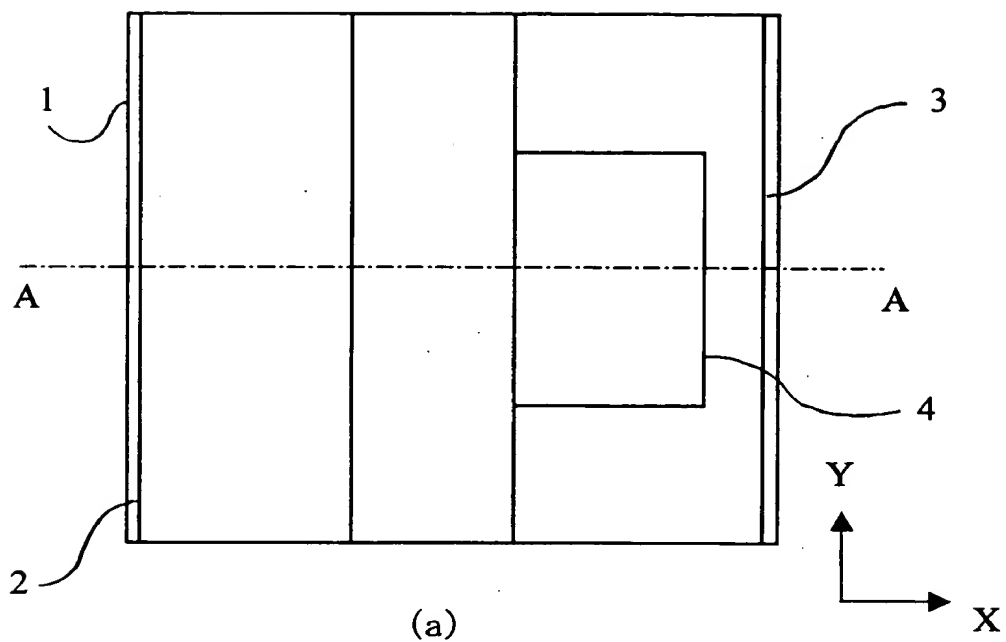
図 1 4 は横型 F E の従来例を示す図である。

【符号の説明】

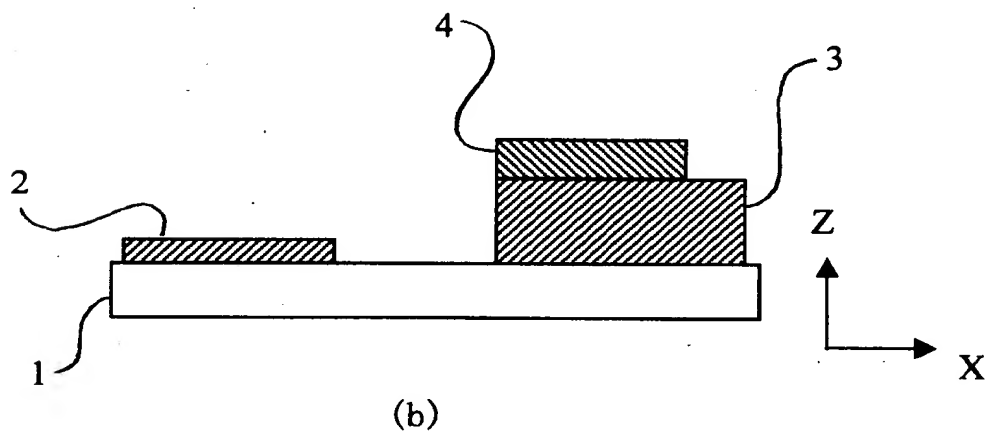
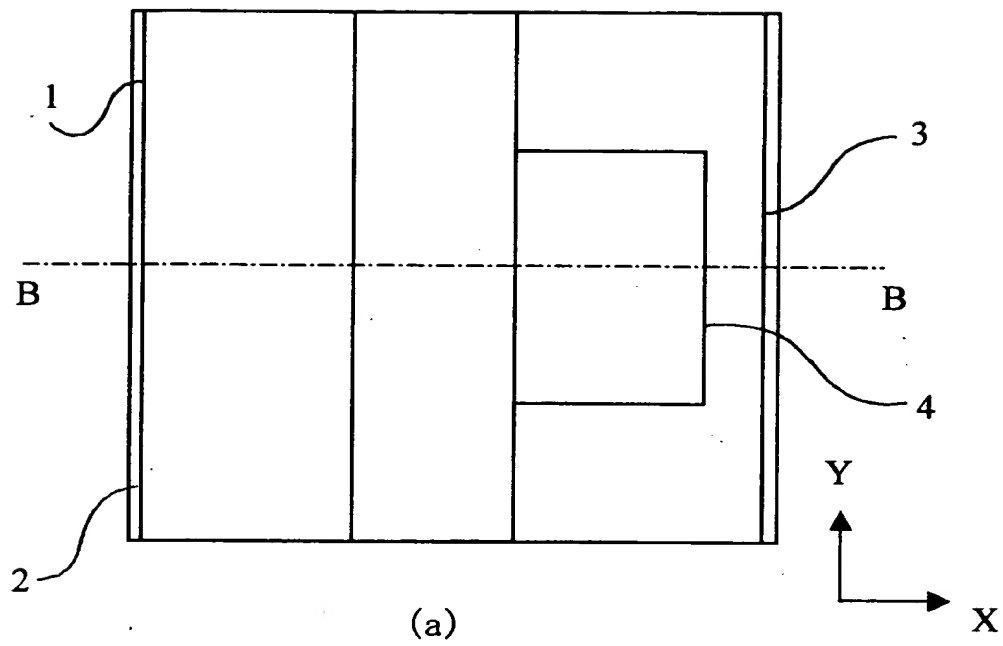
- 1 基板
- 2 ゲート電極
- 3 電極
- 4 電子放出材料
- 6 1 アノード
- 8 1 電子源基体
- 8 4 電子放出素子

【書類名】 図面

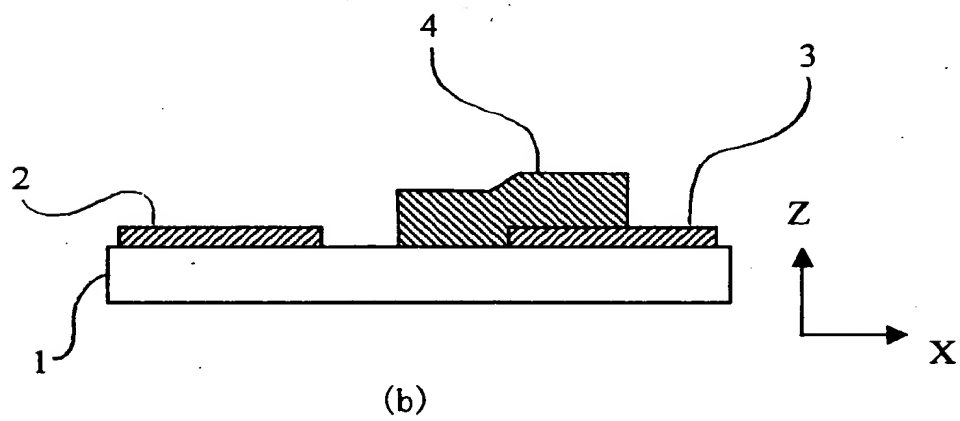
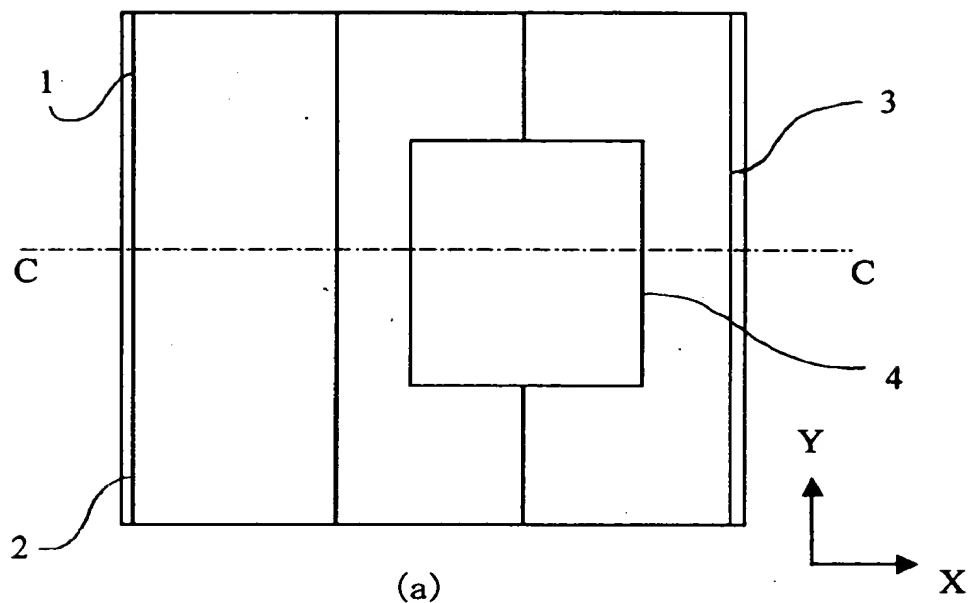
【図 1】



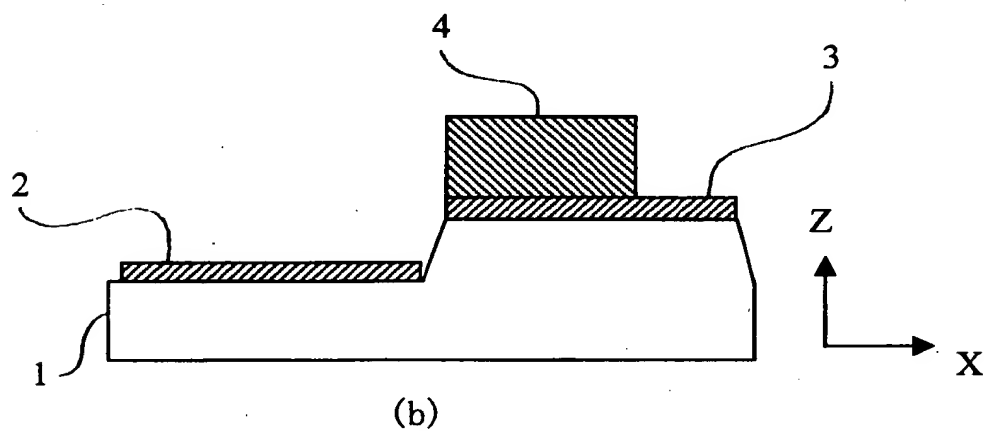
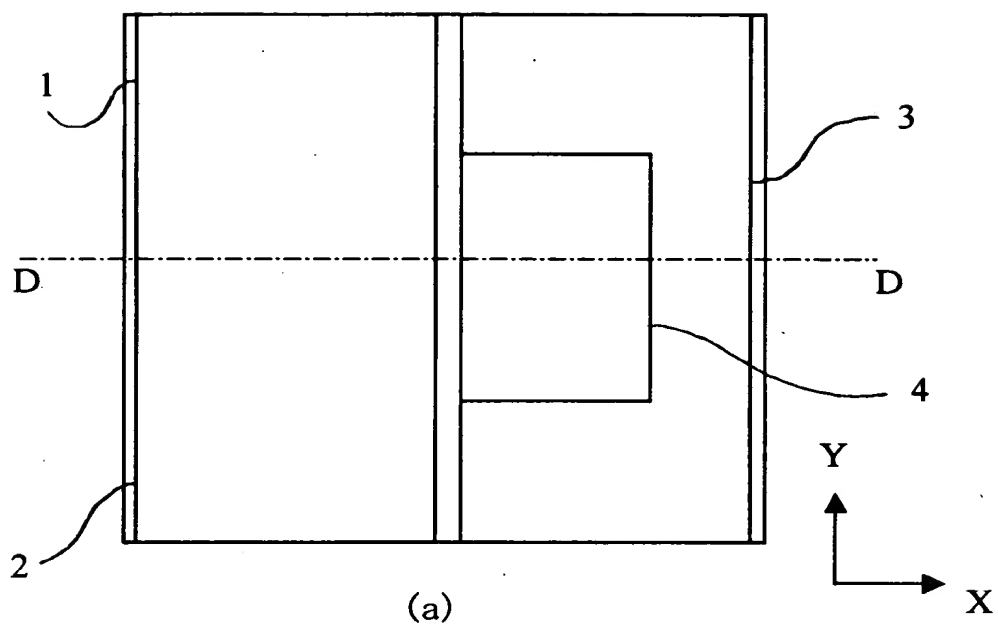
【図 2】



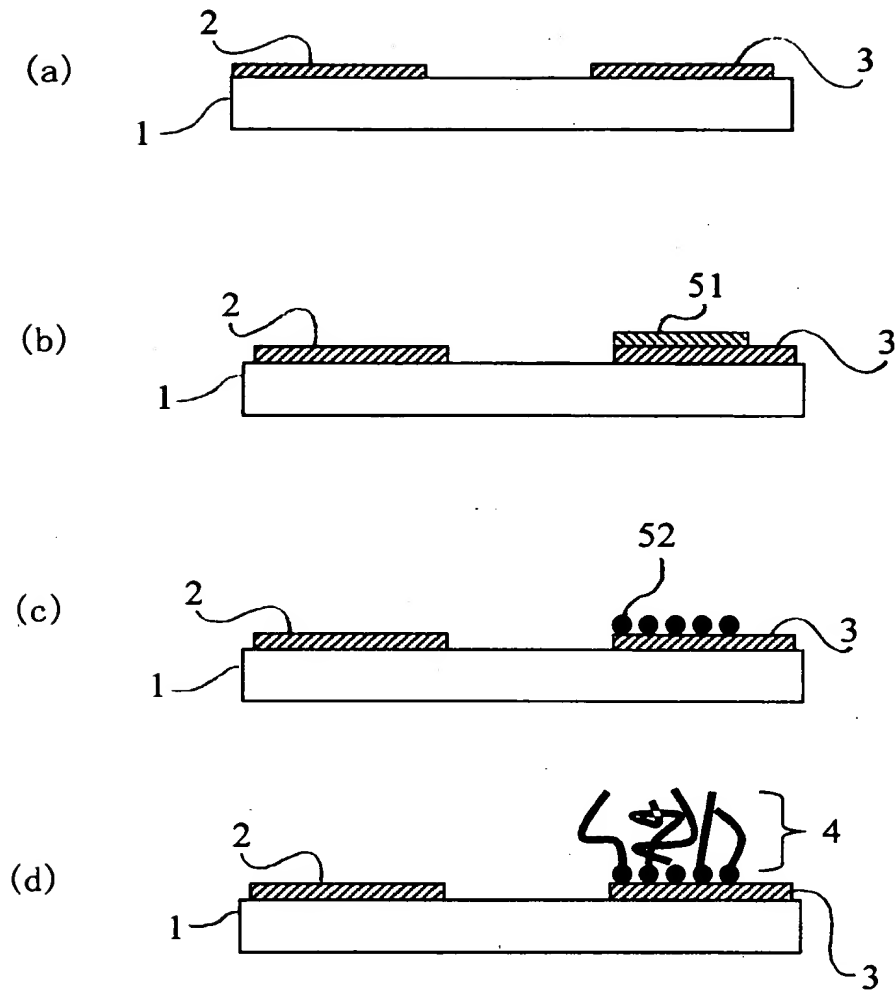
【図 3】



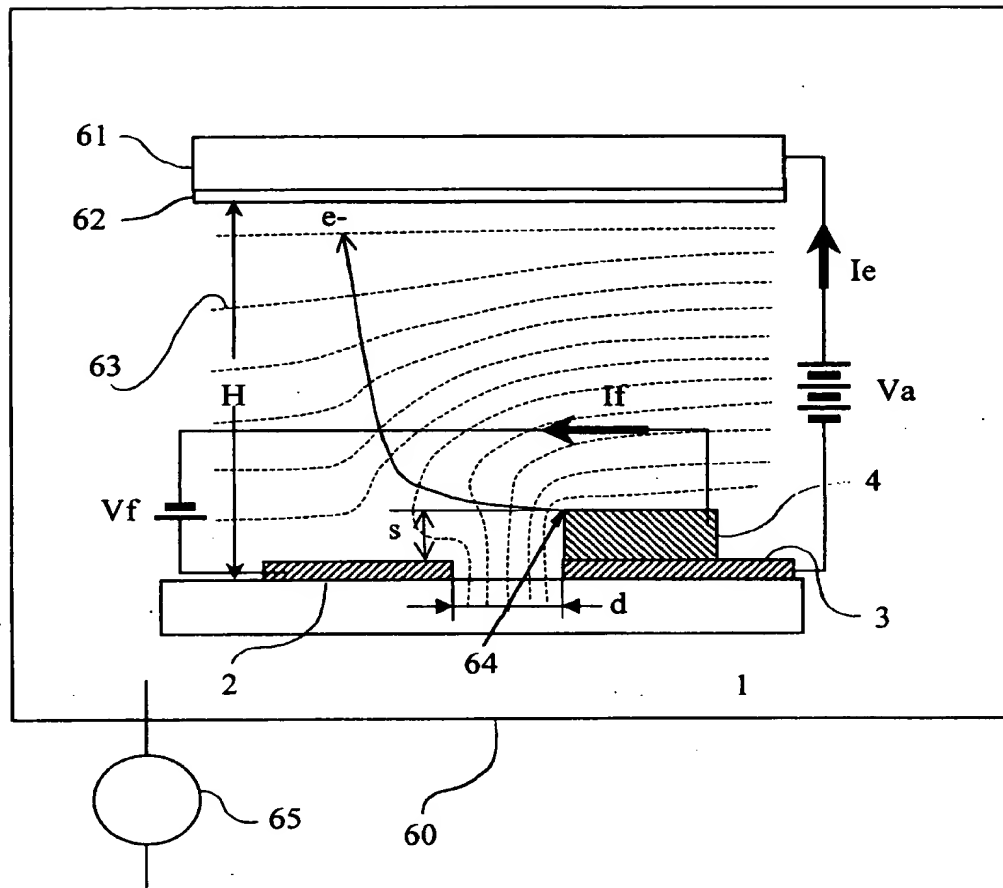
【図 4】



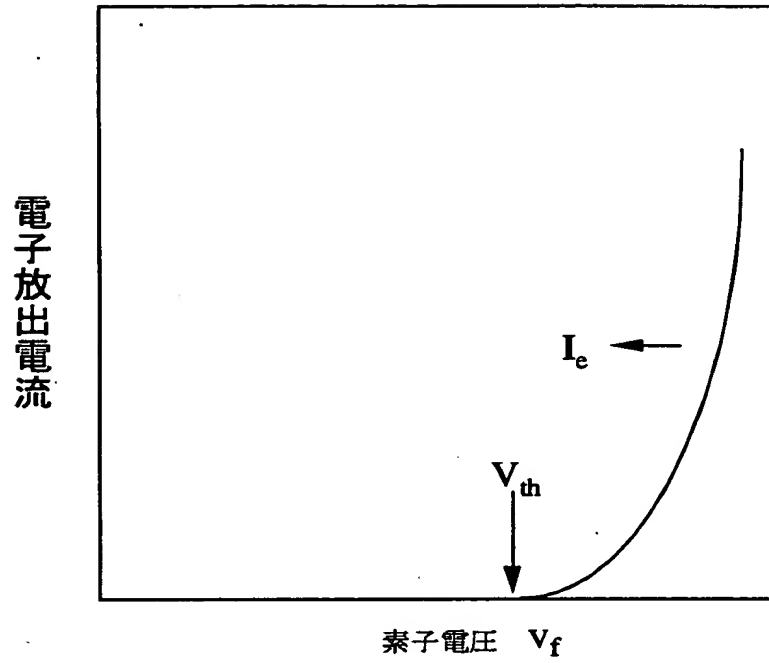
【図 5】



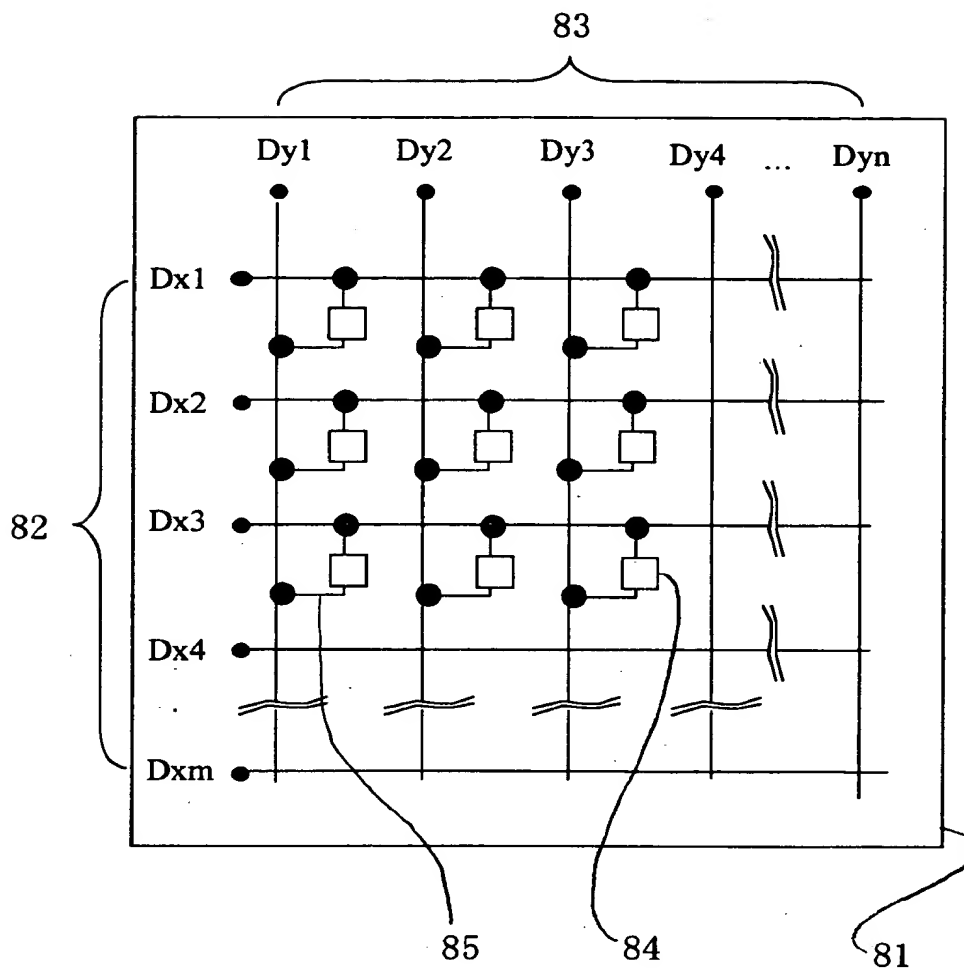
【図 6】



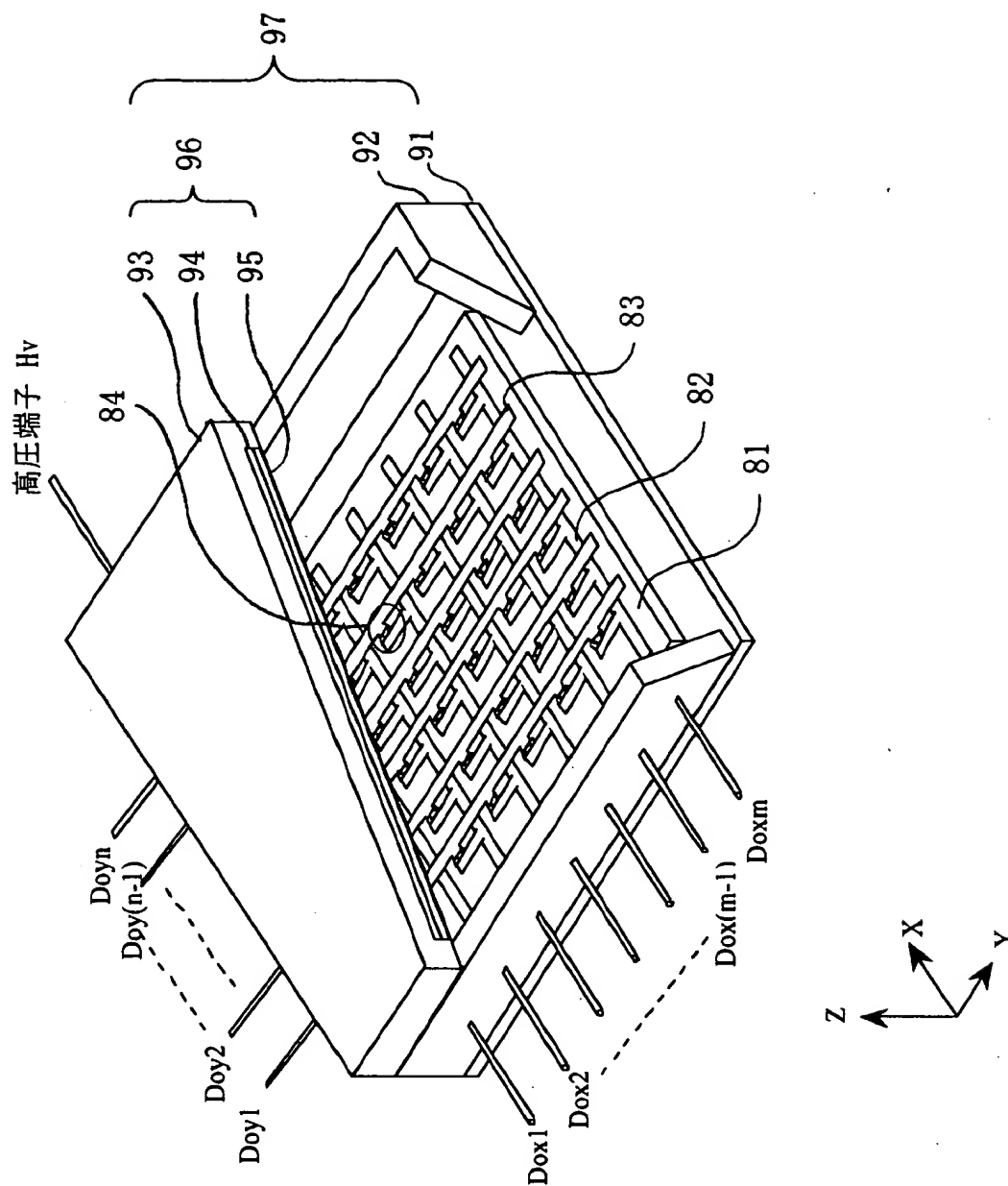
【図 7】



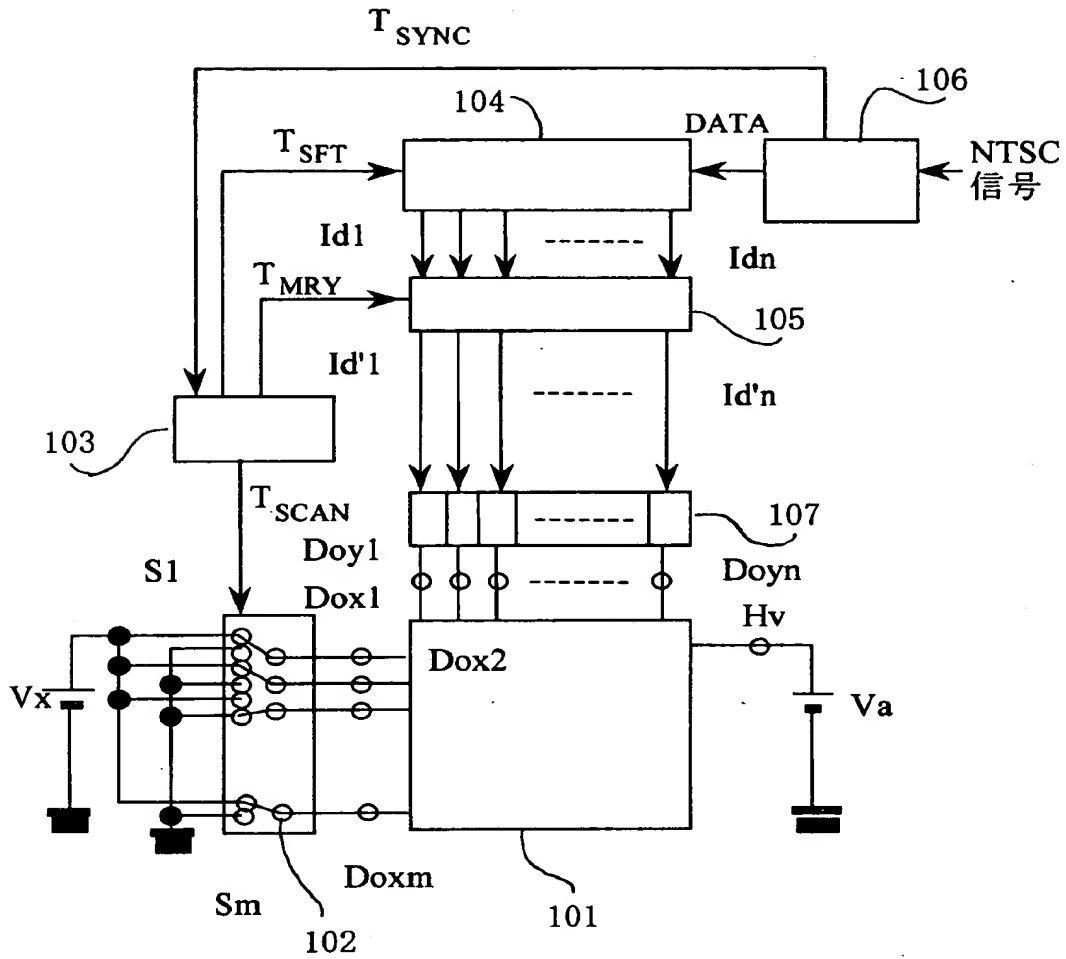
【図 8】



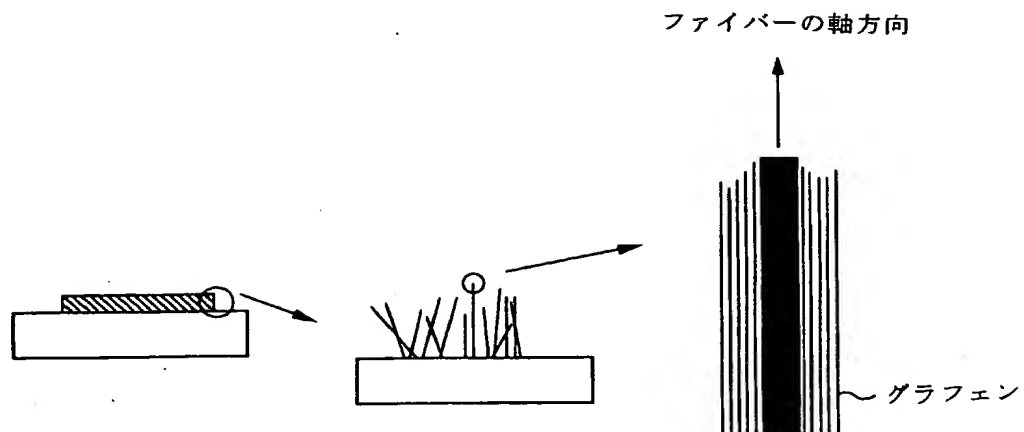
【図 9】



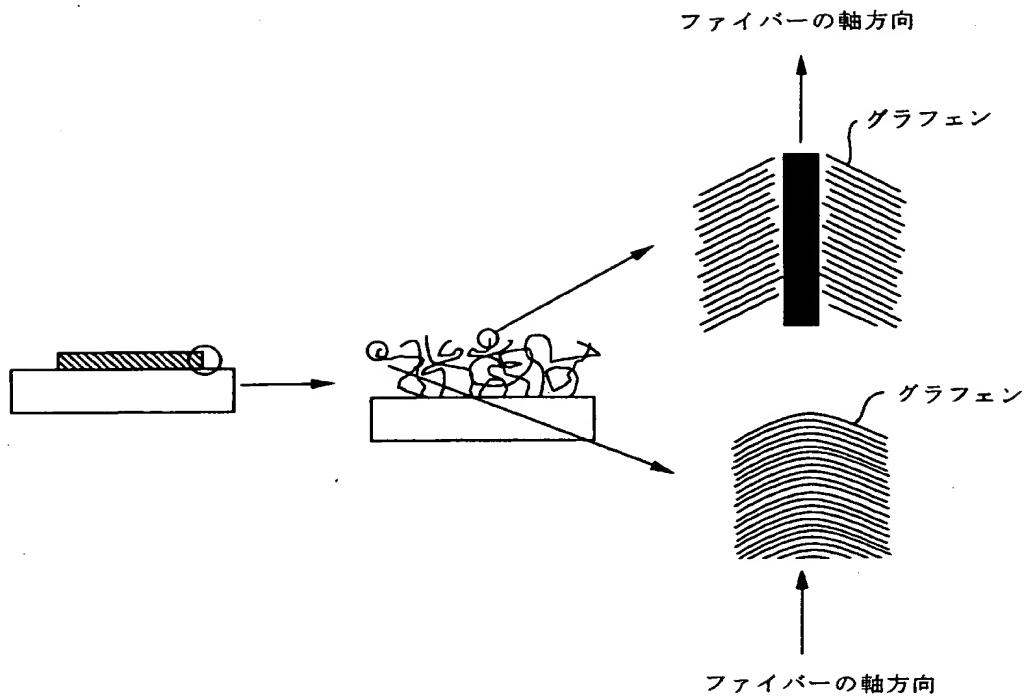
【図10】



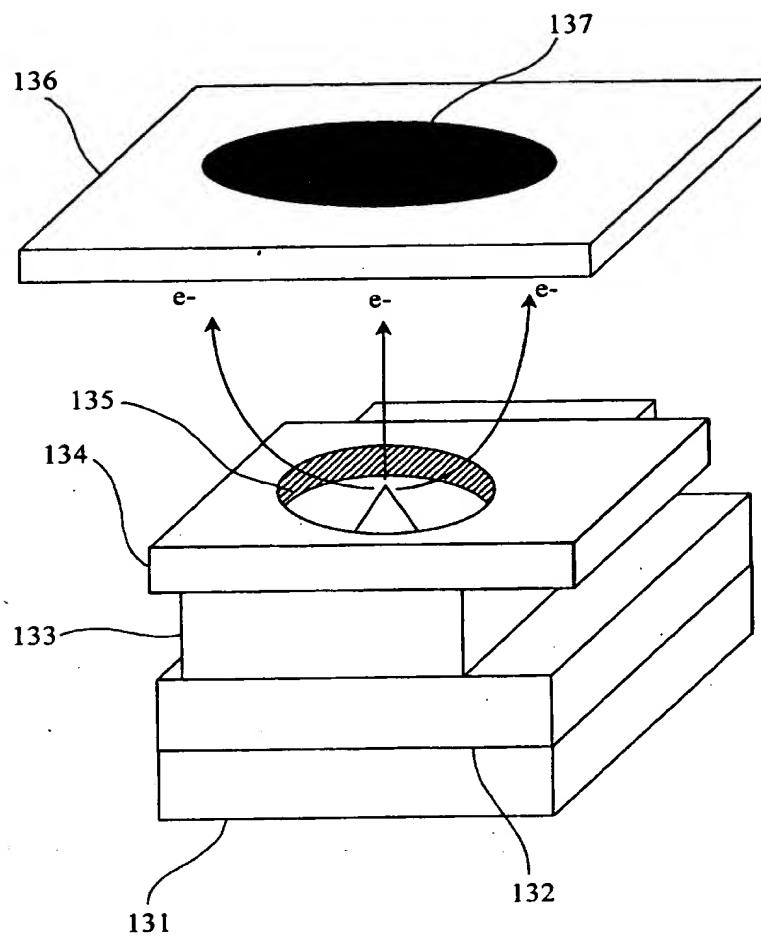
【図 11】



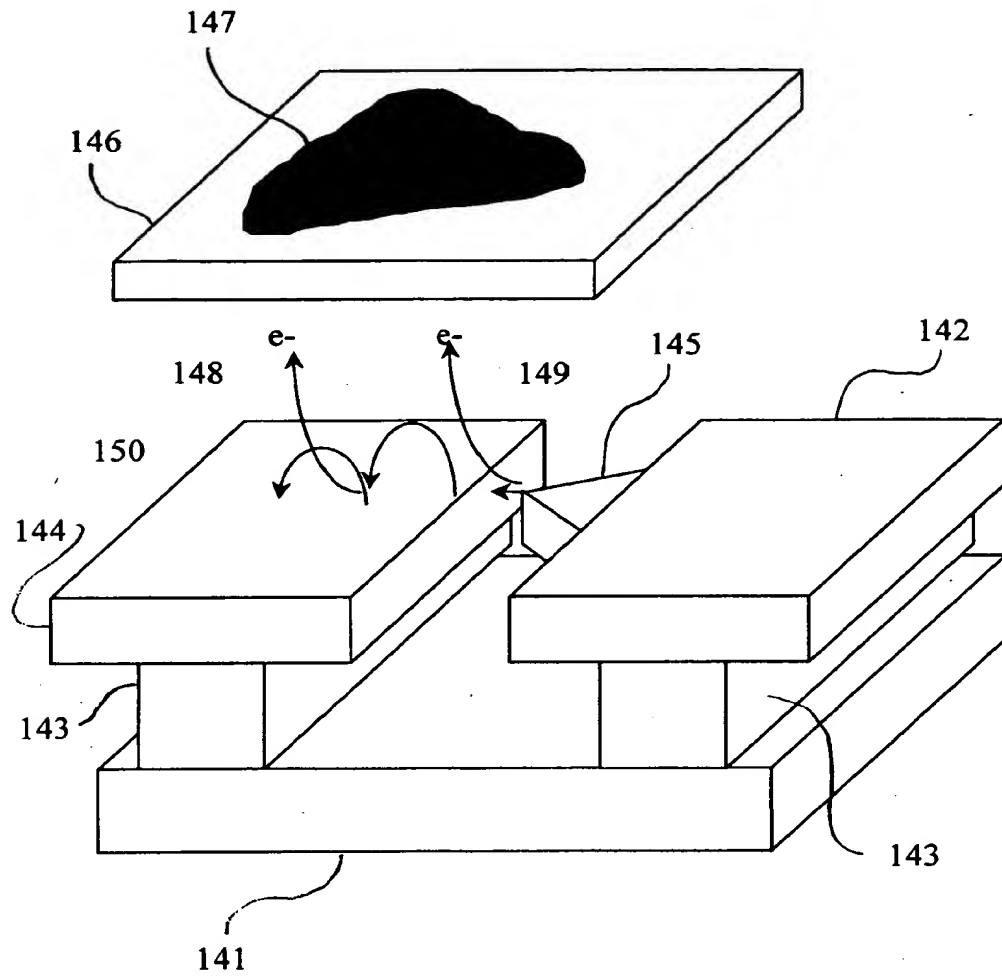
【図 1 2】



【図 1.3】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子放出素子固有の容量低減、駆動電圧の低減であり、電子の軌道を制御して、より高精細なビームを得る。

【解決手段】 電子放出部材 4 における電子放出部位 6 4 がゲート 2 とアノード 6 1 との間の高さに位置し、ゲート 2 とカソード 3 間の間隙の距離を d 、電子放出素子を駆動したときの電位差を V_1 、アノード 6 1 と基板 1 の距離を H 、アノード 6 1 とカソード 3 の電位差を V_2 とした時、駆動時の電界 $E_1 = V_1 / d$ は、 $E_2 = V_2 / H$ の 1 倍から 5 0 倍の範囲内にあるように構成した。

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-255145
受付番号	50101243685
書類名	特許願
担当官	後藤 正規 6395
作成日	平成13年 9月11日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100085006
【住所又は居所】	東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 ヨコヤマビル6階 秀和特許事務所
【氏名又は名称】	世良 和信

【選任した代理人】

【識別番号】	100100549
【住所又は居所】	東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 ヨコヤマビル6階 秀和特許事務所
【氏名又は名称】	川口 嘉之

【選任した代理人】

【識別番号】	100106622
【住所又は居所】	東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 ヨコヤマビル6階 秀和特許事務所
【氏名又は名称】	和久田 純一

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成13年 9月 4日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2001-255145

【補正をする者】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100085006

【弁理士】

【氏名又は名称】 世良 和信

【電話番号】 03-5643-1611

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 提出物件の目録

【補正方法】 追加

【補正の内容】

【提出物件の目録】

【包括委任状番号】 0011612

【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-255145
受付番号	50101298453
書類名	手続補正書
担当官	後藤 正規 6395
作成日	平成13年 9月10日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100085006
【住所又は居所】	東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 ヨコヤマビル6階 秀和特許事務所
【氏名又は名称】	世良 和信

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社